

Neurociencias, educación y prácticas educativas

Neurosciences, education and educative practices

MSc. Carmen Dolores Andrade-Zambrano

ab.carmenandrade@hotmail.com

Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí,” Seccional Chone, Manabí, Ecuador

MSc. Bety Marisol Yáñez-García

betimayagarcia@gmail.com

Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí,” Seccional Manta, Manabí, Ecuador

Resumen

Educación, neurociencia y prácticas educativas son conceptos que debieran estar indefectiblemente ligados, pues las demandas que la sociedad contemporánea hace al ser humano implican que este debe ser educado para enfrentarlas. En este artículo se presentan algunas consideraciones sobre el lugar de la neurociencia en el desarrollo de la educación, y sobre la forma en que educación y neurociencia pueden complementarse para hacer que las prácticas educativas puedan responder a las demandas de una sociedad cambiante y compleja. Ello se realizó a partir del análisis de diferentes materiales científicos y revistas especializadas. Se concluye que una de las áreas del conocimiento más útiles para el desarrollo de unas prácticas educativas adecuadas a las demandas sociales contemporáneas es indiscutiblemente la neurociencia.

Palabras clave: educación, neurociencias, neurociencias de la educación, prácticas educativa.

Abstract

Education, neurosciences, and educative practices, are concepts with very important interrelations. The demands of actual society for humans, implies that people need to be educated for affront this demands. In this review are presented some considerations about two points. First, the place of neurosciences in the develop of education; second, the varied forms in that education and neurosciences could be complement, for to do that educative practices, can to responses the demands of a very complex and fluctuating society. The review was elaborate from the analysis of different scientific papers and books. Was obtained as conclusion, that neuroscience is one of the most important areas for to develop educative practices with levels of adequacy for the actuals social demands.

Keywords: education, neurosciences, educational neuroscience, educative practices.

Introducción

Neurociencia, educación y prácticas educativas

La humanidad asiste hoy a lo que algunos han acuñado como el nacimiento de una nueva era. La segunda mitad del siglo XX, y la década y media que se ha vivido del siglo XXI, han supuesto saltos cualitativos y cuantitativos en el desarrollo social humano sin precedentes en la historia de la especie. Ello, no solo por las dimensiones de los cambios, sino sobre todo por el escaso margen de tiempo en que han estado ocurriendo esos cambios, y lo rápido en que son trascendidos por nuevos cambios.

Desde la invención de los primeros sistemas computarizados, a la par de descubrimientos científicos significativos en áreas como la medicina, la genética, la biología, la astronomía, o la física, etc., los cambios tecnológicos y el avance científico han sido casi irrefrenables, conduciendo a una explosión de las ciencias modernas, con la cibernética y la informática como centros rectores, que han complejizado en extremo, e incluso en ocasiones de forma innecesaria, la vida social y cultural del hombre moderno. A ello se suman fenómenos como Internet, la telefonía móvil, las redes sociales de comunicación, y por qué no, las grandes industrias de la moda y el entretenimiento (Bernal Guerrero, 2011).

Definitivamente el ser humano se enfrenta a un periodo de cambios a nivel mundial en el que las demandas de la sociedad y de los individuos, y a la sociedad y a los individuos, imponen la emergencia de reglas de juego totalmente nuevas, donde individuos, grupos, instituciones, ciencias y la sociedad en general, deben asumir roles, que aunque no son desde el discurso totalmente nuevos, sí implican en su esencia mismas importantes modificaciones para que permitan enfrentar y afrontar las demandas cada vez más exigentes de una nueva sociedad moderna, tecnológica y globalizada (Bernal Guerrero, 2011).

Formar y desarrollar hombres capaces de asimilar, adaptarse y afrontar saludablemente estas exigencias es una tarea de hecho espinosa y compleja, tanto o más que el mismo medio al que ese hombre se enfrenta. Se impone de manera sintética formar a un hombre nuevo, capaz de enfrentar los grandes retos que la ciencia y el desarrollo tecnológico imponen a la humanidad.

Esta tarea de hacer un hombre moderno, sin que pierda su esencia humana, en y para una sociedad tecnológica, es definitivamente una tarea de la humanidad en general. Sin embargo, a nadie se le ocurriría negarle el protagonismo que en este periodo de cambios corresponde a la *escuela* como institución (la cual históricamente ha cargado sobre sus hombros la responsabilidad de la formación del hombre), al *maestro*, como agente socializador fundamental (y medio a través del cual la escuela lleva su cometido), y a

las *prácticas educativas*, como espacio formal en las que interactúan escuela, maestro, estudiante, sociedad, y ciencias en general (García, 2008; Sol-Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

Sin embargo: ¿Pueden la escuela y el maestro asumir tal reto? ¿Están preparados para ello? ¿Son las prácticas educativas contemporáneas óptimas? ¿Son los maestros de hoy los más indicados para transformar esas prácticas educativas, insertar en ellas los más modernos adelantos científicos y con ello, formar ese hombre que exige la sociedad?

Estas interrogantes conducen a una encrucijada seductora y compleja, porque la escuela como institución se ha mantenido por siglos sin cambios en su esencia, incluso a pesar de que se hayan iniciado procesos de reforma y transformaciones derivados de la concientización del agotamiento de un modelo tradicional, que no ha conciliado el crecimiento cuantitativo, con niveles satisfactorios de calidad y equidad, ni de satisfacción de las siempre nuevas demandas sociales.

Cuando se habla de escuela se incluyen todos los factores que en ella influyen, siendo lógicamente el maestro un factor determinante y el que históricamente más ha reproducido y reproduce, en sus prácticas educativas, el modelo tradicional de educación. En este modelo tradicional el maestro aparece como “omniposeedor” de conocimientos, suministrador de información, y demandante de respuestas memorísticas poco creativas que generalmente no reportan al sujeto beneficio alguno en términos de desarrollo humano (Bernal Guerrero, 2011).

Por tanto, estos tiempos de cambio que exigen hombres creativos, capaces de adaptarse saludablemente al convulso medio, con las disímiles habilidades que el propio desarrollo impone, obliga al maestro a colocarse de manera acelerada a tono con la demanda social, de la cual es parte. Tal situación exige que como figura representativa del proceso de educación, alcance mayor relevancia que en otros momentos, y transforme sus prácticas educativas, insertándolas en el conocimiento actual alcanzado por las ciencias (Bernal Guerrero, 2011).

Para este enorme cometido que tienen la escuela y el maestro, de transformar sus prácticas educativas en aras de educar al hombre contemporáneo para enfrentar y afrontar al apabullante mundo moderno, un área de conocimientos no solo importante, sino determinante, es la Neurociencia. Desde esta área del conocimiento y sus muchas disciplinas se pueden enfocar las dos grandes partes del proceso docente: maestros que enseñan y aprenden en el proceso de enseñanza, y estudiantes que aprenden y educan su personalidad (Ansari, Coch, 2006; Battro, Fischer y Léna, 2013; Howard, 2008).

Durante décadas educadores y pedagogos, de una u otra forma han estado tratando de sustentar sus posturas teóricas, su cosmovisión de los problemas asociados al proceso docente-educativo o de enseñanza-aprendizaje (Meltzoff, Kuhl, Movellan y Sejnowsky, 2009). Sin embargo, muchos de los problemas encontrados no han sido resueltos, por la carencia de fundamento científico para sus hipótesis y teorías; fundamento que desde las

neurociencias cognitivas y la cognición escolar se han estado ofreciendo en los últimos años (De la Barrera y Donolo, 2009; Varma, McCandliss y Schwartz, 2008).

Es por ello que en este trabajo se hace un análisis reflexivo acerca del vínculo natural que se establece entre la educación, las prácticas educativas y las neurociencias. Para su realización fue implementada una revisión bibliográfica de varios materiales científicos sobre el tema, como artículos publicados en varias revistas de esta área de conocimiento. También fueron consultados algunos textos que permitieron una mejor panorámica del asunto a tratar.

Revisión y situación actual del problema de la relación entre Neurociencia y educación

¿Es posible construir vínculos que permitan estrechar las distancias epistemológicas, conceptuales y metodológicas que existen entre educación y neurociencia? ¿Los avances recientes en el conocimiento del cerebro y la mente humana pueden ser traducidos en aportes fructíferos para el terreno educativo? ¿Qué variables educativas pueden ser utilizadas para guiar y enriquecer la investigación neurocientífica?

Interrogantes de esta naturaleza se han estado debatiendo entre especialistas por más de una década. La intención de influir sobre los procesos cognitivos y emocionales durante el desarrollo, a través de intervenciones específicas, y su posible integración a los fenómenos de aprendizaje y enseñanza durante las prácticas educativas habituales, ya forma parte de un proceso que casi pudiera ser considerado como histórico (Berninger y Abbot, 2012; Geake y Cooper, 2013).

En los últimos años, varios investigadores han considerado posibles acercamientos para reducir la distancia entre neurociencia y educación, buscando salvar con ello obstáculos epistemológicos. De tal forma, han estado contribuyendo al tratamiento conjunto de problemas, con diseños e intervenciones, que facilitan la construcción integrada de conocimientos (Casey, Galvan y Hare, 2015).

Esta construcción de conocimientos requiere considerar en primera instancia varios aspectos centrales, tanto de la Neurociencia, como de la educación.

La Neurociencia podría definirse como una rama del conocimiento a la que contribuyen distintas disciplinas, que desde múltiples perspectivas, o con diferentes objetivos, estudian el sistema nervioso en sus distintas expresiones fenomenológicas. Es pues, un área del conocimiento que involucra tanto a la biología del sistema nervioso, como a las ciencias básicas, sociales y exactas, que en conjunto posibilitan contribuir al bienestar humano, por medio de mejoras en la calidad de vida durante todo el ciclo vital del ser humano (Bruer, 2013; Willingham, 2009).

Dentro del conjunto de disciplinas de esta área del conocimiento, la neurociencia cognitiva ha sido la que probablemente mayores contribuciones ha generado en relación con aportaciones potenciales a la educación. Esta asume modelos conceptuales provenientes de la psicología cognitiva, y a partir de ello, plantea el estudio integrado de las bases neurales de las representaciones mentales involucradas en diferentes procesos cognitivos, emocionales, y motivacionales. De esta forma contribuye a este tipo de análisis y al estudio de la emergencia de diferentes procesos cognitivos, en asociación con el desarrollo de distintas áreas corticales (Posner y Rothbart, 2007; Rizzolatti, Fogassi y Gallese, 2011).

En el caso de la educación resulta difícil lograr de forma consensuada alguna definición. Un aspecto central en los debates actuales refiere el análisis de los diferentes escenarios para planificar y desarrollar propuestas de enseñanza. En este contexto, la complejidad radica en que no solo está involucrada la formación de los educadores, sino también el análisis de la cultura escolar y de las desigualdades sociales, así como las particularidades y los estilos de las prácticas educativas (Blakemore y Frith, 2015).

Para esta integración de conocimientos entre neurociencia y educación, resulta fundamental la consideración de categorías de análisis comunes para ser aplicadas desde cada ámbito a los procesos de desarrollo escolar. Pues el desarrollo humano y los procesos de aprendizaje, son plausibles de ser estudiados considerando diferentes niveles de análisis. Sobre ello, se establecen al menos tres niveles (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010): un nivel biológico, que incluiría aspectos como lo genético, lo molecular, lo celular, las conexiones entre células, y los sistemas o redes neurales; un nivel cognitivo, que incluiría aspectos asociados a procesos mentales individuales; un nivel comportamental, que incluiría aspectos de la conducta individual, los comportamientos sociales en diferentes contextos de desarrollo, así como elementos de la comunidad y la cultura.

Hasta fines del siglo XX, la neurociencia enfocó sus estudios hacia fenómenos en los niveles, biológico y cognitivo. Por su parte, la práctica y la investigación educativas han enfatizado sus estudios en el nivel del comportamiento. Como se puede ver, ambas áreas han estado tratando diferentes niveles de análisis del problema, aun cuando debieran enfocarse en los mismos. Esta disparidad da cuenta de una brecha epistemológica importante durante la construcción del conocimiento en ambas áreas para abordar el aprendizaje (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

No obstante, durante la última década, la neurociencia ha incorporado diseños que combinan lo biológico y lo cognitivo con lo comportamental. También desde la investigación neurocientífica se ha comenzado a incluir el análisis de la modulación de variables contextuales, como por ejemplo, las propuestas de juego de los adultos para los niños, o los grados de estimulación en el hogar sobre el desarrollo cognitivo. Sin embargo, queda pendiente el estudio en el nivel comportamental y cognitivo de aspectos asociados a los procesos de aprendizaje escolar (Fischer, 2009).

Por otro lado, en las investigaciones educativas se estudia la modulación de diferentes variables contextuales en la adquisición de aprendizajes, aunque no se incluye el nivel de análisis biológico. Considerando que los fenómenos de enseñanza y aprendizaje involucran a todos los niveles, el estado actual de relación entre neurociencia y educación, supone una desarticulación epistemológica significativa (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

Frecuentemente se hace referencia a los niveles de análisis, considerándolos como pertenecientes a una disciplina. Es decir, se presenta a la neurociencia centrada en aspectos biológicos del sistema nervioso, a la neurociencia cognitiva orientando sus estudios hacia las representaciones mentales en tanto actividad neural, y a la educación en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje (Bruer, 2013).

Si bien no es falso que cada disciplina plantea un abordaje analítico específico, la construcción de puentes tendría que aspirar a dejar de lado tales divisiones y generar un marco integrador. Precisamente, los comportamientos cognitivo-afectivos pueden conceptualizarse como un emergente de la interdependencia entre niveles de análisis (Coltheart, 2010).

Uno de los cuestionamientos que surgen al pensar en las implicaciones neurocientíficas para la comunidad educativa consiste en considerar que el estudio de los fenómenos neurales es una reducción en la explicación de la complejidad humana. No obstante, la reducción científica es un proceso por el cual las leyes y conceptos teóricos correspondientes a un nivel de análisis son transferidos a otro más básico o fundamental (Campos, 2011; Goswami, 2015). Un argumento que se opone al del reduccionismo sostiene que los niveles de organización de mayor complejidad, no pueden deducirse de los procesos de menor complejidad, ni reducirse. Sin embargo, hay propuestas que contemplan estas dificultades y proponen que el reduccionismo puede ser apropiado, si no es eliminativo (Dicket, 2015; Fischer, 2009; García, 2008).

En este tema, el reduccionismo eliminativo sostendría que la neurociencia, en lugar de ampliar o enriquecer las explicaciones sobre los fenómenos de aprendizaje, las reemplazaría de forma absoluta (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

Por otra parte, las posiciones emergentistas consideran que cada nivel de análisis introduce novedades con respecto a los niveles que se refieren a fenómenos de menor complejidad. Es decir, un sistema emergente posee propiedades que no poseen sus componentes. Precisamente, resultan interesantes los abordajes del desarrollo humano en tanto sistema emergente, que involucran relaciones bidireccionales entre múltiples niveles y subniveles de análisis. Estos abordajes dan lugar a modelos integrados de los procesos del desarrollo. En este sentido, las producciones nucleadas bajo el nombre de

neuroconstructivismo proponen considerar los fenómenos del desarrollo neurocognitivo, pensándolo como un proceso emergente de la evolución de las representaciones mentales generadas por organizaciones neurales (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

Entonces, se puede apreciar la dificultad y el desafío que imponen estas cuestiones a la investigación y a las prácticas actuales en las disciplinas que abordan el problema del desarrollo y el aprendizaje (Goodin, 2013; Puebla y Paz, 2011).

En la medida en que el estudio de los procesos de aprendizaje y de enseñanza no considere las múltiples dimensiones y niveles de análisis, se estará contribuyendo a una visión restringida de tal complejidad. Es decir, las explicaciones basadas en un solo nivel de análisis reducirían o simplificarían en diferentes sentidos el fenómeno de aprendizaje, tanto como lo haría una explicación de un proceso cerebral basada únicamente en variables neurales (Stanovich, 1998; Szűcs y Goswami, 2007). Esto no implica que los abordajes multidimensionales propongan el alcance de modelos explicativos de tipo absoluto, sino la posibilidad de dar cuenta de fenómenos complejos basándose en perspectivas conceptuales y metodológicas integradas. A su vez, es necesario considerar, en el estudio de los fenómenos neurocognitivos, las implicaciones conceptuales y metodológicas de la aplicación de las tecnologías de imágenes.

Para poder analizar las asociaciones entre procesos complejos como el aprendizaje y la activación neural es necesario evaluar en forma crítica cómo las áreas cerebrales expresan distintos grados de activación, así como también tener en cuenta que las distintas técnicas deben utilizarse en forma complementaria (De la Barrera y Donolo, 2009).

La investigación en el área de los trastornos de aprendizaje plantea la necesidad de establecer a priori la naturaleza de un fenómeno a nivel comportamental, para luego poder estudiar los patrones de activación neural, es decir, partir de un modelo cognitivo. En síntesis, los abordajes multidimensionales que actualmente propone la neurociencia cognitiva podrían contribuir a la investigación educativa. Asimismo, los aportes de la psicología cognitiva para el estudio de las prácticas de aprendizaje en el aula podrían ser enriquecedores. Se trataría de un proceso de integración epistemológico-metodológico en el nivel de la comprensión de los procesos de enseñanza, más que de un posicionamiento de tipo biológico determinista (Hall, 2015).

Puentes necesarios entre neurociencia y educación. Algunas conclusiones

Varias han sido las propuestas para establecer conexiones entre neurociencia y educación, es decir, construir puentes para reducir la brecha entre ambas disciplinas (Bernal Guerrero, 2011; Bruer, 2013; Campos, 2011; Fischer, 2009; Puebla y Paz, 2011).

Una manera de considerar los puentes entre neurociencia y educación es proponiendo una disciplina intermediaria y facilitadora de sus conexiones. Entre estas disciplinas se encuentran la psicología educacional, la psicología cognitiva, y la neurociencia cognitiva (Puebla y Paz, 2011). Otras maneras de considerar puentes entre neurociencia y educación que se reviertan en las prácticas educativas es mediante la formación de los recursos humanos. Ello permitiría avanzar en el estudio de la mente, el cerebro y la educación (Katzir y Paré, 2006; Schunk, 1998).

Implicaría, por una parte, la formación de educadores en diferentes áreas de la neurociencia, para contribuir con la formulación de preguntas y la generación de asociaciones entre ambas áreas. Esta perspectiva supone que este tipo de formación permitiría a los educadores contar con información acerca de niveles de análisis que contribuirían a evaluar diferentes posturas conceptuales con implicaciones prácticas. Por otra, la formación para investigadores del área de neurociencia en teorías, metodologías y otros aspectos de la práctica educativa, considerando las divergencias críticas entre los contextos de laboratorio y el aula (Howard, 2008; Lawson, 2013; Mason, 2009; Meltzer, 2011).

Otra perspectiva fértil para el establecimiento de puentes es aquella que propone enfatizar en aspectos metodológicos, a través de la identificación de un grupo de problemas generados en cada una de las disciplinas. Así, una tarea fundamental consistiría en establecer comprensiones compartidas en la forma de definiciones conceptuales y operacionales posibles de transferirse entre contextos de investigación (López, 2006).

Varios investigadores sostienen que el futuro de la neurociencia educacional dependería más del éxito o del fracaso de estas colaboraciones, que de los argumentos lógicos a favor o en contra de las dos disciplinas. Es decir, que, en última instancia, el valor de la neurociencia educacional es una cuestión de orden empírico (Meltzer, 2011; Pozo, 1996).

En este sentido, hay autores que postulan que, si bien diferentes investigadores han abordado las relaciones entre neurociencia y educación, esto ha sucedido fundamentalmente a nivel teórico (Bernal Guerrero, 2011; Bruer, 2013; Fischer, 2009; Puebla y Paz, 2011). No resulta frecuente la consideración del tema en términos prácticos. Al preguntarse cómo los educadores podrían integrar la información proveniente de la neurociencia, señala que esta propuesta se basa en el hecho de que los investigadores en neurociencia cognitiva utilizan los datos provenientes de sus estudios para generar modelos del funcionamiento cognitivo, lo que ha permitido proveer de analogías plausibles de transferencia al análisis de procesos de aprendizaje, tal como son planteados en el ámbito de la educación (Puebla, 2011; Redolar, 2012).

De todos modos, al margen de criterios, se proponen algunos procedimientos que podrían contribuir a la integración entre ambas disciplinas (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010): la observación directa de constructos hipotéticos en el nivel de la activación neural; la validación de constructos hipotéticos en el nivel de análisis comportamental, a través de la aplicación de técnicas de imágenes cerebrales; el análisis estructural y funcional de las estructuras neurales como medio para inferir estructuras y funciones a nivel comportamental; y el uso del conocimiento sobre el funcionamiento neural para identificar y evaluar diferentes teorías acerca del comportamiento en el ámbito educativo.

Otra perspectiva acerca de cómo generar puentes entre neurociencia y educación es la que considera los diferentes niveles de análisis que proponen la neurociencia cognitiva, la psicología cognitiva y la educación, y que la neurociencia computacional integraría (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

La brecha que separaría a la neurociencia y a la educación surgiría de la desconexión entre las múltiples descripciones de los fenómenos mentales que se generan en cada una de estas disciplinas. Consecuentemente, la construcción de puentes requeriría la generación de metodologías que permitan traducir conceptos provenientes de una disciplina en términos de otra (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

En este sentido, un aporte de la neurociencia computacional sería la identificación de información de procesos cerebrales aplicables en la construcción de modelos matemáticos y computacionales, con el fin de contribuir a la comprensión de cómo se asocian los fenómenos comportamentales a los moleculares, celulares y sistémicos. No obstante, la riqueza de estos conceptos y técnicas en la actualidad, la neurociencia computacional constituye solo una alternativa promisoriosa de investigación, en términos de sus potenciales implicaciones para ella y para las prácticas en educación (Stanovich, 1998; Szűcs y Goswami, 2007).

Tal como se ha expuesto, no habría una forma única de establecer puentes entre las disciplinas nucleadas por la neurociencia y la educación. Existen múltiples diferencias epistemológicas, conceptuales y metodológicas. Todo esfuerzo orientado a la construcción de puentes requiere considerar en qué medida los profesionales de las distintas disciplinas contribuyen a cristalizar las brechas a través de sus prácticas. Un motivo para esta dificultad radicaría en la falta de integración en la investigación educativa de variables neurocognitivas que faciliten la construcción y aplicación de conocimiento sobre los procesos de aprendizaje y enseñanza (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

En este sentido, el estudio de diferentes formas de considerar y enriquecer los sistemas neurocognitivos durante el desarrollo, o el abordaje de los procesos de aprendizaje en función de su potencial influencia sobre el desarrollo neurocognitivo, no suelen ser

integrados en la investigación educativa, incluso cuando sí se consideran abordajes tan diversos como el constructivismo y el conductismo (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

De forma complementaria, aspectos complejos de los procesos de enseñanza, como la modulación del aprendizaje por factores intrínsecos a los educadores, a las instituciones educativas e incluso a los currículos vigentes, tampoco han sido, hasta el presente, un tema dominante de aquellas disciplinas neurocientíficas más cercanas a la posibilidad de construcción de puentes con educación (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

Algunos de los hallazgos neurocientíficos que podrían considerarse como candidatos para articularse con las prácticas educativas serían aquellos provenientes de los estudios sobre lectura y cálculo (Berninger y Abbot, 2012; Cameron y Chudler, 2013; López, 2006). Pero, en general, estos no se han elaborado en forma interdisciplinaria con la comunidad educativa y, a su vez, algunos de ellos no se han validado empíricamente en el ámbito escolar.

Asimismo, en educación se suelen considerar los fenómenos neurocognitivos cuando se presenta un problema que requiere un abordaje clínico. En tales casos, a su vez, se verifica que no se contemplan nociones acerca del desarrollo en términos de integración de diferentes niveles de análisis. Así, se plantea como necesidad evitar la concepción de trastorno, que remite a una visión rehabilitadora que propone aportes de la neurociencia para la educación como prolongaciones clínicas, más que ligadas al aula (Berninger y Abbot, 2012; López, 2006).

Por otra parte, existen resistencias en el ámbito educativo para considerar la integración de conocimientos neurocientíficos, en particular, aquellas que identifican erróneamente a la neurociencia con el conductismo, a pesar de que toda intervención educativa tiene impacto sobre el sistema nervioso (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

El hecho de que las prácticas de enseñanza no estén diseñadas considerando al sistema nervioso como variable interviniente no quiere decir que este esté ausente. Por el contrario, se estaría educando a los niños parcialmente a ciegas, al no considerar las variables neurales en el diseño de las prácticas escolares. Además, los conocimientos neurocientíficos no necesariamente contradicen las teorías de aprendizaje actuales. Existen propuestas que sostienen que los mecanismos neurales del aprendizaje estarían de acuerdo con los propuestos por algunos abordajes constructivistas. A su vez, sería importante que la comunidad educativa tomara un papel más activo en la construcción de este tipo de puentes, dado que, inevitablemente, esta línea de investigación

continuará desarrollándose y se hace necesario que intervenga (Sol Benarós, Lipina, Segretin, Hermida y Colombo, 2010).

Dado el estado incipiente de los esfuerzos interdisciplinarios, sería conveniente abordar la construcción de puentes desde diversos ángulos y actores, en lugar de establecer puentes y disciplinas fijos. Se trataría de puentes dinámicos que intenten capturar las relaciones complejas entre los diferentes niveles de análisis involucrados en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este contexto, podrían considerarse como elementos constitutivos básicos para tal tipo de construcción, aspectos como el trabajo interdisciplinario genuino con debates que incluyan aspectos teóricos, epistemológicos, ideológicos y éticos en un marco de respeto mutuo y prudencia de aplicación; la identificación de problemas comunes en lugar de división de problemas según disciplinas, y de constructos operativos comunes, la consideración de la integración de los niveles de análisis en los abordajes metodológicos y analíticos, incluyendo las variables culturales; el diseño de intervenciones que incluyan metodologías de base empírica con combinación de lógicas cuantitativas y cualitativas, e integración tecnológica; la formación interdisciplinaria de recursos humanos; y la divulgación de los conocimientos neurocientíficos y de enseñanza integrados en el ámbito institucional y comunitario.

Referencias bibliográficas

1. Ansari, D., Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *Trends Cogn Sci*, 4, 146-151.
2. Battro. A. M., Fischer, K.W., y Léna, P. J. (2013). *The educated brain. Essays in neuroeducation*. Cambridge: University Press.
3. Bernal Guerrero, A. (2011). Neurociencia y aprendizaje para la vida en el mundo actual. En *XII Congreso Internacional de Teoría de la Educación* (pp.156-163). España: Universidad de Barcelona.
4. Berninger, V. W., y Abbot, R. D. (2012). The unit of analysis and the constructive processes of the learner: key concepts for educational neuropsychology. *Educational Psychologist*, 27, 223-242.
5. Blakemore, S. J. y Frith, U. (2015). *The Learning Brain: Lessons for Education*. London: Oxford University Press.
6. Bruer, J. T. (2013). Points of view: on the implications of neuroscience research for science teaching and learning: are there any? *CBE Life Sci Educ*, 5, 104-110.
7. Cameron, W. y Chudler, E. (2013). A role for neuroscientist in engaging young minds. *Nature Reviews of Neuroscience*, 4, 1-6.

8. Campos, A. L. (2011). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *Revista Digital La Educación*, 143, 1-14.
9. Casey, B. J., Galvan, A. y Hare, T. A. (2015). Changes in cerebral functional organization during cognitive development. *Curr Opin Neurobiol*, 15, 239-244.
10. Coltheart, M. (2010). Lessons From Cognitive Neuropsychology for Cognitive Science: A Reply to Patterson and Plaut. *Topics in Cognitive Science*, 2(1), 3-11.
11. De la Barrera, L. y Donolo, D. (2009). Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje. *Revista Digital Universitaria*, 10(4), 1-17.
12. Dicket, R. (2015). Applying the Neurosciences to educational research: can cognitive neuroscience bridge the gap? *Annual Meeting of the American Educational Research Association*. Montreal: Canada.
13. Fischer, K.W. (2009). Mind, Brain, and Education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching. *Mind, Brain and Education*, 3(1), 3-17.
14. García, E. (2008). Neuropsicología y educación. De las neuronas espejo a la teoría de la mente. *Revista de psicología y educación*, 13, 69-90.
15. Geake, J. y Cooper, P. (2013). Cognitive neuroscience: implications for education? *Westminster Studies in Education*, 26, 7-20.
16. Goodin, A. (2013). La evolución del aprendizaje: más allá de las redes neuronales. *Revista Chilena de Neurociología*, 8(1), 134-146.
17. Goswami, U. (2015). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 2-7.
18. Hall, J. (2015). Neuroscience and education. A review of the contribution of brain science to teaching and learning. *SCRE*, 121, 1-35.
19. Howard, P. (2008). Philosophical challenges for researchers at the interface between neuroscience and education. *Journal of Philosophy of Education*, 42, 3-4.
20. Katzir, T. y Paré Blagoev, J. (2006). Applying cognitive neuroscience research to education: the case of literacy. *Educational Psychologist*, 41, 53-74.
21. Lawson, A. (2013). Points of view: on the implications of neuroscience research for science teaching and learning: are there any? *CBE Life Sci Educ*, 5, 111-117.
22. López, C. (2006). Contribuciones de la neurociencia al diagnóstico y tratamiento educativo de la dislexia del desarrollo. *Revista de Neurología*, 44, 173-180.

23. Mason, L. (2009). Bridging neuroscience and education: a two-way mpath is possible. *Cortex*, 45, 548-549.
24. Meltzer, L. (2011). *Executive Function in Education. From Theory to Practice*. New York: The Guilford Press.
25. Meltzoff, A. N., Kuhl, P. K., Movellan, J. y Sejnowsky, T. J. (2009). Foundations for a New Science of Learning. *Science*, 325, 284-288.
26. Posner, M. I. y Rothbart, M. K. (2007). *Educating the human brain*. Washington DC: American Psychological Association.
27. Pozo, J. I. (1996). La Psicología Cognitiva y la Educación Científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2), 110-131.
28. Puebla, R. S. (2011). Las Funciones Cerebrales del Aprendiendo a Aprender. Una aproximación al sustrato neurofuncional de la Metacognición. *Revista iberoamericana de Educación*, 50(3), 1-10.
29. Puebla, R.bS. y Paz Talma, M. (2011). Educación y neurociencias. La conexión que hace falta. *Estudios Pedagógicos XXXVII*, 2, 379-388.
30. Redolar, D. (2012). Neurociencia: la génesis de un concepto desde un punto de vista multidisciplinar. *Revista de Psiquiatria Facultad Médica de Barcelona*, 29, 346-52.
31. Rizzolatti, G., Fogassi, L. y Gallese, V. (2011). Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 661-670.
32. Schunk, D. H. (1998). An educational psychologist's perspective on cognitive neuroscience. *Educational Psychology Review*, 10, 411-7.
33. Sol Benarós, S., Lipina, M., Segretin, S., Hermida, M. J. y Colombo, J. A. (2010). Neurociencia y educación: hacia la construcción de puentes interactivos. *Revista de Neurología*, 50(3), 179-186.
34. Stanovich, K. E. (1998). Cognitive neuroscience and educational psychology: what season is it? *Educational Psychology Review*, 10, 419-26.
35. Szűcs, D. y Goswami, U. (2007). Educational neuroscience: defining a new discipline for the study of mental representations. *Mind, Brain & Education*, 3, 114-27.
36. Varma, S., McCandliss, B. D., y Schwartz, D. L. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational Researcher*, 3, 140-152.
37. Willingham, D. T. (2009). Three problems in the marriage of neuroscience and education. *Cortex*, 45, 544-545.

