

Pedagogía freireana y neurociencia educacional: un diálogo posible

Jorge Alejandro Santos^{I, II}

Maria Julia Hermida^{III, IV}

<https://dx.doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.103i263.4922>

Resumen

El objetivo del artículo es explorar la posibilidad de establecer un diálogo disciplinar entre abordajes de la educación que aparecen distantes y con pocos puntos de contacto: la pedagogía de Paulo Freire y la neurociencia educacional. Se propone un marco teórico que diferencia tipos y niveles de análisis del fenómeno educativo, buscando similitudes y/o paralelismos entre perspectivas distintas. Es un trabajo de carácter teórico que intenta establecer una perspectiva constructiva que busque sinergias, sin obviar diferencias, y que permita salir de reductos disciplinares a favor de una visión más amplia y, posiblemente, más útil, a fin de abordar algunos desafíos actuales del campo educativo. Particularmente, se exploran posibles convergencias en torno a los tópicos: técnica de 'palabra generadora' y modulación emocional del foco atencional; aprendizaje significativo y consolidación de la memoria; efectos de la pobreza y opresión social, reversibilidad y relaciones con la noción de plasticidad del sistema nervioso.

Palabras clave: neuroeducación; interdisciplinaridad; política pedagógica.

^I Universidad Nacional de Hurlingham (Unahur). Villa Tesei, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *E-mail:* <jorgesantosuba@gmail.com>; <<https://orcid.org/0000-0002-9081-5881>>.

^{II} Doctor en Filosofía por la Universidad de Buenos Aires (UBA). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

^{III} Universidad Nacional de Hurlingham (Unahur). Villa Tesei, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *E-mail:* <julia.hermida@gmail.com>; <<https://orcid.org/0000-0001-6835-7864>>.

^{IV} Doctora en Psicología por la Universidad Nacional de San Luis. San Luis, Argentina.

Abstract

Freirean pedagogy and educational neurosciences: a possible dialogue

This paper aims to explore the possibility of establishing a disciplinary dialogue between education approaches seemingly distant and seldom connected: Paulo Freire's pedagogy and educational neuroscience. It is proposed a theoretical framework that differentiates types and levels of analysis of the educational phenomenon, looking for similarities and/or parallelisms between perspectives. An attempt is made to establish a constructive perspective that seeks for synergies without ignoring differences and that allows us to lay off disciplinary strongholds in pursuit of a broader and, possibly, more useful vision to address some current challenges in the educational field. In particular, possible convergences are explored around the following topics: 'generative word' technique and emotional modulation of the attentional focus; meaningful learning and memory consolidation; effects of poverty and social oppression, reversibility and relationships with the notion of plasticity of the nervous system.

Keywords: neuroeducation; interdisciplinarity; pedagogical policy.

Resumo

Pedagogia freireana e neurociência educacional: um diálogo possível

O objetivo deste artigo é explorar a possibilidade de estabelecer um diálogo disciplinar entre abordagens da educação que parecem distantes e com poucos pontos de contato: a pedagogia de Paulo Freire e a neurociência educacional. É proposto um referencial teórico que diferencia tipos e níveis de análise do fenômeno educacional, buscando semelhanças e/ou paralelismos entre perspectivas diferentes. Pretende-se estabelecer uma perspectiva construtiva que procure sinergias, sem ignorar as diferenças, e que nos permita sair de redutos disciplinares em busca de uma visão mais ampla e, possivelmente, mais útil para enfrentar alguns desafios atuais no campo educacional. Em particular, possíveis convergências em torno dos seguintes tópicos são exploradas: técnica de 'palavra geradora' e a modulação emocional do foco atencional; aprendizagem significativa e consolidação da memória; efeitos da pobreza e opressão social, reversibilidade e relações com a noção de plasticidade do sistema nervoso.

Palavras-chave: neuroeducação; interdisciplinaridade; política pedagógica.

Introducción

El objetivo de este artículo es explorar la posibilidad de establecer un diálogo entre dos abordajes de la educación que actualmente aparecen distantes y con pocos puntos de contacto (Terigi, 2016), incluso en ciertos contextos como concepciones opuestas e irreconciliables: la neurociencia educativa y la pedagogía freireana.¹

El campo de la educación es un tópico de intenso debate político-pedagógico. La propia definición del objeto de estudio 'educación' no es uniforme, sino que depende del marco teórico desde el que se la aborde. En este artículo, partimos de una definición que tiene la virtud de ser simple, amplia e ir a puntos fundamentales: con Cullen (1997) la entendemos como la socialización a partir de saberes legitimados públicamente. Toda sociedad, todo grupo humano, organiza formas de transmitir conocimientos, saberes y valores de una generación a otra, es decir, procesos de socialización o de educación en un sentido amplio. Sin embargo, cuando hablamos de educación en este artículo, nos estamos refiriendo a un tipo específico de socialización ligada al estado moderno. En ella hay una definición de contenidos que llamamos por *currículum* y profesionales formados y habilitados que son responsables por esta socialización: los docentes. Esta legitimación, que en una sociedad democrática surge de la discusión pública, es también atravesada por tensiones históricas e intersectoriales, cuya estructura se consolida por leyes, ejecutadas por organismos públicos de distintos niveles. Entonces, comprendemos educación, en sentido estricto, como una forma de socialización que se diferencia de las demás por su legitimación pública y que se desarrolla principalmente, aunque no exclusivamente, por medio de la institución escuela.

Existen diferentes abordajes del objeto definido. La pedagogía freireana, conocida también como pedagogía de la liberación, es una corriente de pensamiento crítico original de Latinoamérica, con una importante tradición teórico-práctica e inserción en la formación de profesionales de la educación (Pezzatti; Edelsztejn; Hermida, 2020; Taranto; Santos, 2019). Desde esta perspectiva, se interviene en la discusión educativa con un abordaje ligado a las humanidades y a las ciencias sociales. Se ocupa de los procesos de enseñanza y aprendizaje, de cognición, de alfabetización en distintos contextos sociales, edades, etc. Pero al plantearse dentro del campo educativo, además del fundamento científico respecto a procesos de enseñanza, también tiene una propuesta político-pedagógica. Esto se evidencia incluso en los títulos de los trabajos de Freire: Educación para la libertad, Pedagogía del oprimido, Pedagogía de la esperanza. Se educa con una cierta finalidad, para un cierto tipo de sociedad, para formar un tipo de ciudadano: la discusión político-pedagógica es immanente al campo educativo.

Como contraparte del diálogo, proponemos a una subdisciplina dentro de la neurociencia (disciplina ligada a las ciencias naturales que tiene como finalidad estudiar el sistema nervioso central, su estructura y funcionamiento): la neurociencia cognitiva, que articula neurociencia y psicología cognitiva estudiando las bases cerebrales de los modelos mentales que permiten la formación del conocimiento (Ward, 2015). La

¹ El adjetivo freireano/a es un neologismo utilizado y aceptado en el contexto académico latinoamericano para referirse a la pedagogía de Freire y/o a prácticas inspiradas en sus métodos y enseñanzas.

neurociencia educacional surge como una rama de las neurociencias cognitivas para estudiar la interfaz entre esta y los procesos de enseñanza y aprendizaje y su aplicación en la educación (Goswami, 2006). Y si bien hay descubrimientos promisorios en el área, su articulación y aplicación específica en el campo de la educación está todavía en construcción (Bruer, 2016) y no exenta de debates (Castorina, 2016; Lipina; 2016a).

La posible articulación de conceptos freireanos con evidencia neurocientífica ha sido poco abordada en la literatura científica disponible. Existen trabajos previos que señalan algún paralelismo entre ambos abordajes. Ali (2014) establece una convergencia entre la propuesta freireana del diálogo como componente central en el proceso de aprendizaje y hallazgos neurocientíficos cuyos resultados van en el mismo sentido (Goldin *et al.*, 2011). Nguyen y Larson (2015) señalan una convergencia indirecta: ambos enfoques consideran que la praxis es una acción (cuerpo) y reflexión (mente) unificadas por medio de la cual se conoce el mundo. Walker y Palacios (2016) se refieren a cierta familiaridad entre la noción freireana de "Pedagogía de la esperanza", con la evidencia neurocientífica acerca de la relación emoción-aprendizaje. Finalmente, Silva y Oliveira (2011) sostienen que la neurociencia educativa es promisoriosa para salir del esquema de lo que Freire denominaba educación bancaria. Se trata de trabajos que establecen algún tipo de acercamiento entre perspectivas, pero de carácter general y poco específico.

La hipótesis que guía este artículo es que no se trata de disciplinas incompatibles, sino que pueden encontrarse convergencias y articulaciones si se abordan con un marco adecuado.

La diferencia entre los trabajos señalados y nuestra propuesta es que esta vincula, de manera específica, nociones centrales de la pedagogía freireana como "aprendizaje significativo", "palabra generadora" y "opresión social" con evidencia neurocientífica. La tarea tiene cierta complejidad debido a que se trata de disciplinas que abordan el mismo objeto desde perspectivas y áreas disciplinares distintas, por lo que propondremos un marco teórico o metamarco que permita vincularlas.

Este artículo propone un trabajo de carácter teórico que busca establecer la posibilidad de un diálogo disciplinar entre pedagogía freireana y neurociencia educativa, a fin de explorar las contribuciones que esta articulación podría realizar a los estudios educativos. Conjeturamos que la conjunción de estos abordajes podría colaborar en la construcción de una educación ejercida por profesionales capacitados, que puedan asimilar los últimos descubrimientos científicos y tecnológicos, así como contribuir a la formación ética de sus estudiantes y fortalecer el entramado comunitario de producción y apropiación del conocimiento.

1 Un marco teórico para el diálogo disciplinar: tipos lógicos y niveles de análisis

El campo de la educación es complejo, pues involucra fenómenos, procesos y relaciones que pueden ser estudiados y analizados en distintos

niveles y por distintas disciplinas. Esta complejidad necesita ser abordada con cuidado para evitar confusiones, aproximaciones inapropiadas o discusiones estériles. En varios trabajos (Sigman *et al.*, 2014) se ha abordado la necesidad de construir un puente teórico entre la nueva área de la neurociencia educacional y otras disciplinas que abordan el campo de la educación (Castorina, 2016). Esta problemática excede los objetivos de este artículo por lo que nos limitaremos a proponer un marco que permita entablar el diálogo entre las perspectivas propuestas, sin intentar resolver todas las tensiones disciplinares propias del campo de estudio.

1.2 Tipos lógicos y niveles de análisis

Consideramos útil diferenciar al menos dos niveles de enunciación o tipificaciones lógicas² (Bateson, 2015) en los abordajes sobre educación: uno ético-político y otro técnico-metodológico. Las políticas educativas, así como la formación de un educador necesitan ser sólidas en los dos niveles que, si bien están estrechamente vinculados, son distinguibles. El equilibrio entre estos componentes permite articulaciones políticas y estrategias educativas realistas que eviten, por un lado, el mero discurso utópico que propone objetivos, pero es incapaz de concretarlos y, por otro, el mero discurso tecnocrático que, en busca de eficacia y neutralidad, propone modelos desocializantes y deshumanizantes. Necesitamos, entonces, de objetivos ético-políticos adecuados y de metodologías prácticas, mejorables y evaluables que permitan alcanzarlos.

Una teoría pedagógica selecciona entre las disciplinas que estudian los fenómenos que le interesan, las que se adecúan a sus objetivos: se educa para algún tipo de sociedad, formando una subjetividad y una ciudadanía determinada. La pedagogía freireana tiene una propuesta ético-político definida, capaz de articular metodologías exitosas, especialmente respecto a la educación y alfabetización de adultos que le valieron reconocimiento y repercusión. Es un buen ejemplo de una pedagogía que articuló objetivos ético-políticos con capacidades técnicas y metodológicas adecuadas.

Ubicamos a la neurociencia educativa, por su parte, dentro de saberes de tipo técnico-metodológico, no como una definición de pedagogía, sino como una disciplina científica que tiene como objeto de estudio los procesos de cognición, enseñanza, aprendizaje y memoria del ser humano en general (Goswami, 2006). Sin embargo, dado que su objetivo específico es contribuir a la mejora de la práctica educativa (Ansari; Coch, 2006), necesita articularse con propuestas pedagógicas específicas, en tanto busca ser de utilidad para estas. La trayectoria vital de Freire terminó antes de que las propuestas de la neurociencia educacional comenzaran a formularse, al menos en el contexto latinoamericano, por lo que sería anacrónico esperar un posicionamiento o una evaluación del pedagogo brasileño sobre ellas. Sin embargo, el autor siempre se mostró abierto a la discusión, al cambio y a la mejora de sus propuestas pedagógicas, de acuerdo con los nuevos contextos, los tiempos cambiantes, las nuevas perspectivas y descubrimientos (Santos, 2017a).

² Bateson toma la idea de tipos lógicos, propuesta para evitar contradicciones y paradojas en las teorías lógicas, y la aplica a la comunicación humana. Sostiene la necesidad de tipificar, distinguir o "etiquetar" tipos y niveles de enunciación, a fin de evitar o, al menos, poner en evidencia contradicciones, confusiones y paradojas que surgen entre distintos niveles de comunicación. Podemos ejemplificar, para el caso particular de la educación, con un docente que enseñe que es necesaria la participación realmente activa de los estudiantes y la democratización de la palabra en el aula, en clases de tipo magistrales, directivas y con poca participación de los estudiantes. Se crea una paradoja entre lo enseñado entre los objetivos enunciados y lo transmitido a nivel de las acciones y la práctica. Suele pasar que el propio docente siquiera es consciente de esta paradoja. La técnica de diferenciar tipos y niveles de enunciación en un discurso evita una posible comunicación paradójica.

Siguiendo sus enseñanzas, consideramos adecuado abrirnos a la discusión, al diálogo disciplinar y al encuentro de nuevas perspectivas y posibles nuevos aportes.

Otra distinción teórica relevante en este punto, es la de diferenciar niveles de análisis de un objeto de estudio: para el presente trabajo postulamos que un mismo hecho o fenómeno (*e.g.*, aprender el significado de una palabra) puede ser analizado desde el nivel social-comunitario (*e.g.*, qué significa esa palabra para cierta sociedad-comunidad), individual (*e.g.*, qué significa para ese sujeto en particular) o de sistema nervioso (*e.g.*, de qué manera se guarda ese significado en nuestro sistema nervioso como representación mental). En este estudio, propondremos articulaciones entre estos niveles. La investigación y articulación que postulamos procederá en paralelo, con cada nivel mirando al otro para detectar posibles sinergias o limitaciones de su propia teorización. Mientras las disciplinas de cada nivel compartan el interés científico en una misma realidad externa (*i.e.*, el aprendizaje en una situación de educación formal), es posible el enriquecimiento de conocimiento y práctica, a partir de datos provenientes de todos los niveles de análisis: solo hay que saber distinguirlos para evitar extrapolaciones que puedan derivar en malentendidos y falacias.

En continuidad, desarrollaremos tópicos en los que postulamos que desarrollos neurocientíficos son compatibles o convergen con algunas propuestas centrales de la pedagogía freireana.

2 Paralelismos entre la perspectiva freireana y un abordaje neurocientífico de la educación

Aquí presentaremos algunos puntos en que la perspectiva freireana y la neurocientífica realizan afirmaciones similares o paralelas, cada una desde su nivel de enunciación y análisis. Esta similitud o compatibilidad hace que algunas puedan interpretarse incluso como confirmaciones parciales en diferentes niveles de análisis.

2.1 Memoria, atención, emociones y aprendizaje

2.1.1 Paulo Freire y el método de alfabetización por palabra generadora

El método de alfabetización propuesto por Freire parte de la 'palabra generadora'. El éxito de esta metodología en la alfabetización de adultos en el nordeste brasileño y en otras regiones de Brasil, a inicios de la década del 60' del siglo pasado, fue una experiencia central en la trayectoria del educador y de su pedagogía. Nos interesa resaltar la fuerte intuición teórico-práctica que expresa este método respecto a la importancia de aspectos emocional-empáticos en el proceso de aprendizaje y en la asimilación de conocimiento. Pero analicemos de qué se trata la palabra generadora:

I.-Obtención del universo vocabular de los grupos con los cuales se trabajará. Este estudio se hace a través de encuentros informales con los moradores del área a alfabetizar y durante los cuales no solamente se obtendrán los vocablos con sentido existencial, y, por tanto, de mayor contenido emocional, sino también aquellos típicos del pueblo, sus expresiones particulares, vocablos ligados a la experiencia de los grupos [. . .] Las entrevistas revelan deseos, frustraciones, descreimientos, esperanzas, deseos de participación, como también momentos altamente estéticos en el lenguaje del pueblo [. . .] Las palabras generadoras deberían salir de este estudio y no de una selección hecha por nosotros en nuestro gabinete, por más técnicamente bien escogidas que estuviesen. (Freire, 1969, p. 109).

Freire (1969) propone un método para seleccionar palabras y frases con las que se comenzará a alfabetizar. Sostiene que la selección hecha en el gabinete por los criterios técnicos de la época como la riqueza fonética, ('mi mamá me mima', en Argentina, o 'Eva comeu a uva', en Brasil) debe complementarse con un nuevo criterio: vocablos con sentido existencial, de mayor contenido emocional y ligados a la experiencia del grupo. Es decir, propone un aprendizaje ligado a deseos y expectativas, las palabras generadoras además de riqueza fonética revelan 'frustraciones, descreimientos, esperanzas y deseos de participación'. El método permite conocer sentimientos, motivaciones, expectativas y establecer relaciones significativas entre docentes y estudiantes, pues otro de sus pilares es la relación empática educador-educando.

El giro copernicano que Freire propuso en su tiempo tenía el intuito de colocar al estudiante proveniente de los sectores populares en el centro del proceso educativo, no como un mero receptor de saberes ajenos, sino como sujeto activo en la construcción de conocimiento. Este nuevo lugar no es teórico o abstracto, es ocupado por un estudiante real: por su contexto, emociones, deseos, palabras, intenciones, frustraciones y desesesperanzas. La selección de 'palabras generadoras' es la técnica para poner este cambio en práctica. Conocimiento, aprendizaje, deseos y emociones no son mundos separados, la buena pedagogía es la que logra integrarlos en sus estrategias de enseñanza.

2.2 Compatibilidad entre neurociencia e intuiciones freireanas

2.2.1 Emoción, atención, memoria y aprendizaje

La evidencia neurocientífica reciente indica que la emoción modula prácticamente todos los aspectos de la cognición (Dolcos; Iordan; Dolcos, 2011; Okon-Singer *et al.*, 2015; Tyng *et al.*, 2017). En consecuencia, la influencia de las emociones debe ser considerada en la educación para potenciar la participación/involucramiento de los estudiantes y para lograr que los aprendizajes se puedan mantener en el largo plazo (Shen; Wang; Shen, 2009).

Esta relación cognición-emoción-involucramiento-participación es compatible con la postura freireana que señala la importancia de la emoción,

de los deseos y expectativas en el proceso de aprendizaje. Pero también puede interpretarse como una confirmación de la tesis que sustenta la técnica de alfabetización por palabras generadoras: además de riqueza fonética, es relevante que las palabras seleccionadas para alfabetizar se refieran y reflejen el contexto existencial, los deseos y las expectativas del estudiante.

La neurociencia ha acumulado evidencia que muestra la complejidad de estos vínculos (Tyng *et al.*, 2017). Primeramente, la emoción tiene una influencia particularmente fuerte en la atención (Vuilleumier, 2005), un proceso cognitivo que funciona como filtro, permitiéndonos focalizar nuestros recursos cognitivos en aquello que es más relevante procesar (Posner; Petersen, 1990). La emoción modula los recursos que se asignan a ese foco atencional. De manera general, aquellos eventos cargados de contenido emocional serán foco de atención con mayor facilidad que aquellos que no tengan ningún contenido emocional. Además de atraer el foco de atención, también consumen más recursos atencionales (Schupp *et al.*, 2007).

Esto puede entenderse como una contraparte, a nivel del sistema nervioso de la tesis freireana que propone alfabetizar a partir de palabras generadoras por estar vinculadas con deseos, expectativas o incluso frustraciones de los estudiantes que acaban por facilitar el aprendizaje en la medida en que pueden estimular la atención, el interés y la focalización de los recursos cognitivos en la tarea planteada. Esta contraparte "técnica" no contraría aspectos ético-políticos de la propuesta freireana, incluso parece reforzarlos en ciertos contextos.

Por ejemplo, cuando se alfabetiza con la palabra generadora "favela" antes de pasar a su trabajo fonético y silábico (fa-fe-fi-fo-fu) se propone una discusión sobre dimensiones sociales, políticas y comunitarias de la palabra: "se debate el problema de la habitación, de la alimentación, del vestuario, de la salud, de la educación y, más aún, se descubre la *favela* como situación problemática" (Freire, 1969, p. 145). Esta discusión moviliza emociones, deseos, frustraciones, esperanzas y enojos de la población que contribuyen "técnicamente" a focalizar la atención, pero además se hace desde una posición ético-política, desde una educación que sirve para empoderar a la población en el abordaje de las problemáticas de su comunidad.

Hay, asimismo, relaciones más complejas y puntuales estudiadas por las neurociencias que podrían servir para crear técnicas o herramientas pedagógicas en casos particulares: por ejemplo, ha sido establecido que tener un temperamento caracterizado por una afectividad negativa (ej., ser irritable) se asocia con bajos niveles en la habilidad de orientar la atención a un estímulo en particular (Sheese *et al.*, 2009). Formular intervenciones pedagógicas específicas para mejorar la orientación atencional, en estos casos, podría ser útil.

Existe también relación con la consolidación de la memoria: la emoción, mediada por su vínculo con la atención, produce un estado de activación general que hace que las memorias se guarden a largo plazo (Tyng *et al.*, 2017). Esto sucede tanto si la emoción es positiva (ej. una

felicitación enfática por parte del maestro o los compañeros) o negativa (*bullying*). Esta relación general debe matizarse en situaciones específicas donde demasiada emoción puede inhibir la evocación de un recuerdo (ej. excesivos nervios ante un examen pueden 'dejarte la mente en blanco') (LaBar; Cabeza, 2006). Pero, sin duda, la emoción es parte crucial del aprendizaje y su mantenimiento a largo término. En esto hay convergencia o paralelismo con lo postulado y probado en la alfabetización de adultos por el método freireano y es verosímil interpretar esa convergencia como una posible confirmación de lo adecuado de la propuesta freireana en ese punto.

En síntesis, la neurociencia ha generado evidencia de que la emoción es fundamental al menos en dos aspectos del aprendizaje: atención y memoria. Las experiencias con contenido emocional parecen ser recordadas y aprendidas con más exactitud, más vívidamente y por más largo plazo (Pekrun, 1992; Seli *et al.*, 2016). Esto converge, desde un diferente nivel de análisis, con un postulado básico de la pedagogía freireana: hay aprendizaje genuino y duradero cuando parte del contexto existencial del estudiante y cuando se utilizan vocablos con contenido emocional que recogen sus deseos, expectativas, frustraciones y esperanzas.

2.2.2 Aprendizaje significativo y consolidación de la memoria

Por otra parte, existen estudios recientes sobre conformación y consolidación de la memoria que pueden ligarse a otra noción central de la pedagogía freireana: el aprendizaje significativo. Es constante la apelación de Freire a la idea de que enseñanza-aprendizaje deben estar enraizados en el contexto del estudiante de sectores populares (Santos, 2017b) para que haya apropiación efectiva del conocimiento. Es decir, partir de lo conocido, familiar y significativo, para incorporar nuevos saberes como la cultura letrada, en el caso de la alfabetización.

Esta idea no es nueva en el campo de la psicología, Bartlett (1932) sugirió el concepto de esquemas mentales para referirse a estructuras cognitivas preexistentes sobre las que se incorpora nueva información. Pero solo recientemente se mostraron los mecanismos biológicos mediante los cuales se produce este efecto. Tse *et al.* (2007) mostraron que el mecanismo neurobiológico implicado en el aprendizaje de un material nuevo vinculado con algo previamente aprendido es similar, aunque mucho más rápido, al utilizado para aprender algo por primera vez. Inicialmente, el aprendizaje de conceptos y eventos (memoria declarativa), a nivel del sistema nervioso, dependería principalmente del hipocampo, una estructura en el interior del lóbulo temporal del cerebro de los mamíferos. A medida que pasa el tiempo después del aprendizaje, la importancia del hipocampo disminuye gradualmente y se establece una memoria más permanente en las regiones distribuidas de la corteza. Ese pasaje de información del hipocampo a la corteza lleva meses o años la primera vez que debe hacerse, pero se realiza solo en minutos cuando hay conocimiento previo consolidado sobre el tema (Squire, 2007; Tse *et al.*, 2007).

Esta evidencia reciente es compatible, en otro nivel de análisis, con lo postulado por Freire en la experiencia Angicos (poblado del estado de Rio Grande do Norte - Brasil), germinal en su trayectoria:

Está comprobado que las personas aprenden a leer y a escribir con mayor facilidad, en la medida que su aprendizaje se basa en su propia experiencia existencial. En ese sentido, además, hay un trabajo, ya probado, realizado por educadores franceses en Africa, que también está siendo hecho en Pernambuco (estado brasileño), que es alfabetizar a través de la experiencia profesional del grupo analfabeto. En el trabajo que estamos haciendo, lo amplié, después de conocer esta experiencia francesa. En nuestro caso, estamos aprovechando, tanto como sea posible, una porción grande de la experiencia existencial del grupo que va a ser alfabetizado. (Paulo Freire, [s.d.] *apud* Fernandes; Terra, 1994, p. 5, traducción del autor).

2.3 Pobreza, desigualdad y emancipación: abordajes en distintos niveles de sus efectos a nivel educativo

En este apartado, la distinción entre tipos y niveles de análisis será especialmente útil. Cuando hablamos de pobreza y desigualdad o de opresión y emancipación, el discurso entra en el tipo de las afirmaciones ético-políticas, especialmente si nos referimos a políticas para reducir la desigualdad, mitigar la pobreza o promover la democracia. Las políticas educativas pueden estar dirigidas a esos fines y en el discurso pedagógico de Freire estos objetivos han estado siempre presentes, aunque con variaciones debido a los contextos político-pedagógicos en los que actuó (Santos, 2017a). Freire, en general, analiza esto desde un punto de vista social. Desigualdades sociales, pobreza, democracia y opresión son conceptos que nos sirven para pensar críticamente la sociedad en que vivimos. Sin embargo, algunos de estos fenómenos tienen también efectos a nivel individual, de comportamiento, y son observables incluso a nivel del sistema nervioso. Por lo tanto pobreza, desigualdad, sus consecuencias y las formas de mitigarlas también son objeto de estudio de la neurociencia, especialmente en cuanto a sus efectos en el sistema nervioso y, si bien su abordaje está centrado en otros niveles de análisis, creemos posible establecer paralelismos y concordancias.

Es relevante, en este apartado, ser especialmente cuidadosos en cuanto a paralelismos y definiciones, pues es un tópico de más difícil articulación que los anteriores. Nos referiremos, entonces, al modo en que Freire habla de esta temática, por un lado, y de qué manera lo hacen las neurociencias por otro, cada mirada con tipos y niveles de análisis diferenciados entre los que trataremos de establecer analogías y convergencias.

2.3.1 ¿De qué hablamos cuando hablamos de pobreza?

La pobreza es un fenómeno multidimensional y heterogéneo, existen varias definiciones que tienen un rasgo común: la pobreza es la carencia de lo necesario (sea material o simbólico) para satisfacer ciertas necesidades

(Lipina, 2016b). En el contexto de este trabajo, utilizaremos el término pobreza para referirnos a la situación de pobreza estructural, que no depende solo de una situación transitoria de ingreso de los hogares, sino de condiciones permanentes o estructurales que requieren políticas de largo plazo para modificarlas.

Es casi de sentido común suponer que las personas en situación de pobreza estructural tendrán desventajas en su trayectoria escolar y, consecuentemente, desempeños más bajos en promedio respecto de quien no se encuentre en esa situación. La neurociencia educativa estudia los efectos de la situación de pobreza a nivel biológico e individual. Por ejemplo, analiza las consecuencias del padecimiento psicofísico que genera vivir en situación de pobreza sobre el desarrollo del sistema nervioso central (Noble; Normal. Farah, 2005) y en el desempeño en tareas escolares (LaBar; Cabeza, 2006).

La pedagogía freireana, por su parte, aborda esta temática a partir de conceptos ético-políticos, fundamentalmente con la idea de opresión social, por eso su pedagogía es para el oprimido:

[...] la pedagogía de Paulo Freire [...] tiene como su idea animadora toda una dimensión humana de la 'educación como práctica de la libertad', lo que en régimen de dominación solamente se puede producir y desarrollar en la dinámica de una 'pedagogía del oprimido' [...] (Fiori, 2005, p. 12-13).

La desigualdad social, que implica la existencia de una sociedad con sectores en situación de pobreza estructural conviviendo con sectores de altos ingresos y estándares de vida, es abordada desde la perspectiva de la justicia. El sufrimiento y padecimiento proviene de una condición material o situación de pobreza, pero, también, es opresión social, en el sentido de que se mantienen y/o se refuerzan en varios planos, incluido el educativo, las condiciones sociales estructurales para que esta situación persista. Freire dedicó su vida y su trabajo pedagógico al cambio de estas condiciones.

La diferencia de abordajes es fácil de percibir, sin embargo, existen convergencias entre estas diferentes perspectivas.

2.3.2 Pobreza y neurociencias, opresión y cultura del silencio

La psicología del desarrollo lleva décadas mostrando cómo la situación de pobreza impacta negativamente en la cognición de las personas que se encuentran en ella (Brooks-Gunn; Duncan, 1997), lo que se traduce en un promedio de desempeño escolar más bajo (Hair *et al.*, 2015). En los últimos años, la neurociencia se sumó a estos estudios mostrando que vivir en situación de pobreza tiene consecuencias a nivel del sistema nervioso (Hackman; Farah, 2009). En otras palabras, el sistema nervioso funciona distinto cuando los seres humanos estamos sometidos a una situación de pobreza (Noble; Norman; Farah, 2005). Los mecanismos más estudiados asociados a esta circunstancia son el estrés y los correlatos a nivel del lenguaje (Farah *et al.*, 2006). En los hogares en pobreza estructural, se

está más expuesto a situaciones de estrés permanente. El estrés es un mecanismo adaptativo para lidiar con situaciones límite que implica la segregación de cortisol a través del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. Si tal mecanismo es puesto en marcha de forma constante, como suele ocurrir en situación de pobreza, la hiperactivación del eje citado y la segregación permanente de cortisol afectan la consolidación de aprendizajes (Lupien *et al.*, 2001) y consecuentemente la capacidad cognitiva y el desempeño escolar.

Otro factor estudiado como una de las posibles vías a través de las cuales la pobreza afecta el desempeño escolar es el lenguaje. Está documentado que en situación de pobreza las personas, en promedio, están expuestas a un número de palabras menor, es decir, hay un menor estímulo lingüístico, lo que disminuye las posibilidades de desempeño en el contexto escolar, así como de acceso a la información en general (Hoff, 2006). De esta manera, la neurociencia educativa ha comenzado a establecer, en su rango de estudio, el impacto de la situación de pobreza en la cognición de los seres humanos y en cómo afecta una trayectoria escolar.

Freire, así como muchos educadores del Movimiento de Cultura Popular de Recife, donde comienza a diseñar su método (Gerhardt, 1993), demuestra plenamente que la situación de pobreza y postergación implica una desventaja consciente, y a veces insuperable, en el sistema de educación formal. Sin embargo, la situación de pobreza no es vista solo como precariedad material que pone a los hogares y sus integrantes en situación de padecimiento o estrés permanente. También hay un mensaje implícito, una enseñanza y una pedagogía que es entendida como opresión. El mensaje implícito para quien está sometido a esta situación es opresivo: no eres igual, te mereces vivir en la pobreza, eres naturalmente pobre, no tienes derechos. A esta opresión por clase social suelen sumársele otras opresiones como la discriminación racial o la más transversal de género. ¿Quiénes son los oprimidos? Son aquellos a quienes se les ha prohibido, material y simbólicamente, decir su palabra (Freire, 2005). Estos planteos freireanos son de tipo ético-político, pero se articulan y orientan sus prácticas metodológicas.

Respecto al registro de coincidencias y paralelismos, es interesante la respuesta que Freire articula ante la dificultad recurrente que encuentran educadores populares al buscar palabras o temas generadores:

Aun cuando un grupo de individuos no llegue a expresar concretamente una temática generadora o lo que puede parecer inexistencia de temas, sugiere, por el contrario, la existencia de un tema dramático: el tema del silencio. Sugiere una estructura constitutiva del mutismo ante la fuerza aplastante de las "situaciones límites" frente a las cuales lo obvio es la adaptación (Freire, 2005, p.131-132).

Eso podría indicar una convergencia en torno a la afirmación señalada respecto de que la exposición a menor cantidad de palabras implica menor estímulo lingüístico y, consecuentemente, dificultades en el momento del desempeño escolar. El análisis de Freire es más complejo al incorporar dimensiones ético-políticas a través de la idea de una 'cultura del silencio'.

La negación de derechos básicos y de condiciones para una vida digna implica la negación de la calidad de persona, negación de la palabra, la imposibilidad de expresar la situación de opresión, desigualdad y padecimiento en que se está inmerso y, consecuentemente, el establecimiento de una 'cultura del silencio'. Silencio, vocabulario limitado y las dificultades al momento del aprendizaje son un síntoma de esta situación opresiva. La 'cultura del silencio' señala también que las palabras de los sectores populares no suelen ser aquellas con las que trabaja el sistema educativo, en general, mejor adaptado al lenguaje de sectores medios y altos ('educados') por lo que la propia cultura escolar suele contribuir al problema. Por eso la necesidad de una pedagogía que parta del contexto y experiencia de los estudiantes de sectores populares, de su relación con la pobreza, la desigualdad, la opresión, así como de sus deseos, expectativas, esperanzas y potencialidades.

Si bien planteos de tipo ético-político, como los mencionados, no están aún presentes en la neurociencia de forma extendida, existen trabajos que comienzan a plantear estos debates (D'Angiulli; Lipina; Olesinska, 2012; Farah, 2018) lo que es esperable en tanto los autores abordan los efectos de la pobreza y la desigualdad social en la educación, conceptos con aspectos ético-políticos y socioculturales ineludibles. En estos debates, la experiencia freireana puede contribuir y enriquecer la perspectiva de la neurociencia educacional.

2.3.3 Plasticidad y la posibilidad de decir sus palabras

Un punto para destacar respecto a la situación de pobreza y su impacto a nivel cognitivo es que sus efectos, de ningún modo, son permanentes o inmutables. La neurociencia ha recopilado evidencia que muestra cómo nuestro sistema nervioso se transforma en función de las experiencias ambientales, incluyendo mecanismos culturales (Westermann *et al.*, 2007). Este concepto central se denomina plasticidad cerebral (Hebb, 1949) y es la capacidad de modificación del sistema nervioso presente en todas las personas. Con la modificación del ambiente, por ejemplo, con una estrategia educativa adecuada, los efectos del estrés o de menor estímulo lingüístico se pueden revertir. Hay estudios en los que el entrenamiento de alguna función cognitiva logra mejorarla (Duncan; Ludwig; Magnuson, 2007); pero también es posible modificar, por entrenamiento, el funcionamiento del sistema nervioso. Por ejemplo, Neville *et al.* (2013) y Stevens, Lauinger y Neville (2009) encontraron que con sesiones de juego grupal destinadas a entrenar atención en niños y con talleres con las familias sobre temas de crianza, además de mejorar el desempeño en tareas de atención, se producen cambios electrofisiológicos en el funcionamiento del sistema nervioso durante tareas de atención selectiva. Es decir que el entrenamiento en forma de juego cambia tanto el modo en que prestan atención los estudiantes como, literalmente, el modo en que su cerebro funciona. Existen actualmente proyectos (USA. NIH, 2018) que estudian cómo el aumento de ingresos de una familia (por ejemplo, por aplicación de políticas sociales), y el cambio ambiental consecuente, repercute a nivel individual y del sistema nervioso de sus integrantes.

Entendemos que esta idea de plasticidad cognitiva y modificación ambiental converge con algunas de las ideas básicas que movilizan la acción pedagógica freireana. Pueden fácilmente interpretarse como datos que justifican y brindan evidencias a nivel del sistema nervioso de sus postulados: solo puede formularse una pedagogía para adultos, analfabetos, provenientes de los sectores más desfavorecidos de la sociedad, si se toma como supuesto que los efectos de la situación de opresión material y simbólica ('cultura del silencio') son reversibles: podemos educarnos y aprender a cualquier edad con métodos acordes a nuestra realidad y contexto. Freire tenía la certeza de que modificando las situaciones socioambientales de una educación opresiva y con una pedagogía adecuada para el oprimido, toda educación es posible.

Sus experiencias iniciales en el nordeste de Brasil lo confirman, en cuarenta y cinco días logran alfabetizar con su método innovador a trescientas personas en el ya famoso poblado de Angicos (Gadotti, 2014). El esfuerzo teórico y práctico de la pedagogía de la liberación está dirigido a modificar las condiciones ambientales, materiales y simbólicas que bloquean, cuando no prohíben, la alfabetización y educación a todos los niveles de los sectores populares: "El método Paulo Freire [. . .] simplemente coloca al alfabetizando en condiciones de poder replantearse críticamente las palabras de su mundo, para, en la oportunidad debida, saber y poder decir su palabra" (Fiori, 2005, p. 16). La reversibilidad de la 'cultura del silencio' puede justificarse, a otro nivel, en la plasticidad del sistema nervioso y sus funciones cognitivas: el método de Freire potencia y pone en funcionamiento esta plasticidad. Dejar establecido esta convergencia permite desnaturalizar las situaciones de pobreza y sus efectos en varios niveles: social, individual e incluso del sistema nervioso.

3 Conclusiones

El trabajo articuló argumentos que muestran cómo la pedagogía freireana y la neurociencia educacional pueden ser compatibles al menos en los puntos seleccionados. Eso evidencia que, con los recaudos teóricos necesarios, es posible establecer un diálogo disciplinar entre las perspectivas propuestas. Se realizó a partir de un marco teórico específico que puede entenderse como un metamarco en tanto establece parámetros para la interrelación entre perspectivas disciplinares distintas que abordan un mismo objeto. El marco propone la distinción entre los tipos de enunciación ético-político y técnico-metodológico. La pedagogía freireana, en cuanto pedagogía, postula objetivos pedagógicos con orientación ético-políticos y articula metodologías, a fin de alcanzar estos objetivos, es decir, encontramos elementos de los dos tipos de enunciación. La neurociencia educacional, en cuanto disciplina científica que tiene como objeto de estudio los procesos de cognición, enseñanza y aprendizaje, se ubica en el plano de enunciación técnico-metodológico. Sin embargo, su objetivo específico es contribuir a la mejora de la práctica educativa, por lo que

necesita articularse con propuestas pedagógicas en tanto buscan ser de utilidad para estas. ¿Pueden entonces pedagogía freireana y neurociencia educacional articularse?

Encontramos tres conceptos centrales de la pedagogía freireana en los que esta articulación es posible. Sintéticamente, el método basado en 'palabras generadoras' propone educar a partir del contexto existencial del estudiante y de palabras o temas con el mayor contenido emocional que expresen sus deseos, expectativas, frustraciones y potencialidades. Eso converge con investigaciones neurocientíficas que muestran la modulación emocional del foco de atención: enfocamos y mantenemos mejor la atención en cuestiones que son emocionalmente significativas. Asimismo, los aprendizajes que involucran emociones (deseos, expectativas y frustraciones) estimulan la consolidación de la memoria a largo plazo. Es decir, encontramos compatibilidad entre la propuesta de la metodología de las palabras generadoras y las investigaciones citadas con relación a la modulación de foco atencional y consolidación de la memoria mediadas por la emoción. Así como encontramos compatibilidad entre la necesidad de partir de la experiencia del estudiante de sectores populares, a fin de que el aprendizaje sea "significativo" y la constatación, a través de investigaciones neurocientíficas, de que un conocimiento se adquiere con mayor facilidad si está vinculado a saberes ya adquiridos y consolidados en el ámbito de redes neuronales.

Otra de las convergencias encontradas gira en torno al interés de algunas investigaciones en neurociencia educacional con relación a cómo esto afecta la situación de pobreza y desigualdad social en aspectos cognitivos y en trayectorias de aprendizaje. Este interés es compatible con los objetivos de la pedagogía freireana que dedica su esfuerzo teórico-práctico a modificar las condiciones que impiden o dificultan la educación de los sectores postergados de la sociedad, articulando, incluso, una pedagogía específica para los oprimidos. Investigaciones neurocientíficas recientes establecen que la situación de pobreza afecta las capacidades de aprendizaje básicamente por medio de dos mecanismos; el estrés permanente y el menor estímulo lingüístico promedio. La pedagogía freireana por su parte aborda el fenómeno desde una perspectiva fundamentalmente ético-política y lo analiza desde un nivel sociocultural a partir de los conceptos de opresión social y "cultura del silencio". Los abordajes son diferentes, pero no incompatibles, convergen, por ejemplo, en la afirmación de que los efectos negativos de la situación de pobreza u opresión social no son permanentes. Una perspectiva está basada en la idea de plasticidad del sistema nervioso y la otra a partir de la modificación de la situación de postergación, desigualdad y opresión y de una pedagogía específica para los oprimidos. Es interesante en este punto señalar que algunas discusiones de carácter ético-político están surgiendo en la neurociencia educacional, especialmente entre los investigadores que abordan cuestiones en las que esta dimensión es ineludible, como los efectos de la pobreza, desigualdad y su relación con la educación:

Cabe cuestionarse si el modelo ideológico que el estudio neurocientífico de la pobreza propone en la actualidad es único y si es necesario generar un debate para modificar este abordaje en función de las

necesidades específicas de cada comunidad y sociedad. [...] sostenemos que la neurociencia tiene que involucrarse en las consecuencias éticas de las evidencias que produce [...] una agenda neurocientífica de la pobreza deberá considerar que la finalidad de todas sus aplicaciones no es generar 'consumidores ejecutivos', sino verdaderos sujetos de derecho, cuyos proyectos de vida se basen sobre una identidad subjetiva y cultural que trascienda las imposiciones del mercado" (Lipina, 2016b, p. 188-191).

Respecto a estas discusiones incipientes en las neurociencias, la pedagogía freireana puede realizar un aporte sustancial desde sus extensos desarrollos teórico-prácticos en la temática, aquí, también, encontramos otro posible punto de convergencia y diálogo disciplinar.

A partir de los puntos señalados, mostramos que las perspectivas no son necesariamente incompatibles, que pueden converger y que, en consecuencia, es posible instituir un diálogo disciplinar entre ellas. La conclusión es acotada en tanto que establecer la posibilidad de un diálogo disciplinar no implica que de hecho se haya logrado una articulación completa, ni mucho menos, solo se exhiben algunos puntos de convergencias que muestran que es posible hacerlo en esos casos.

Si bien acotada, creemos que la conclusión es relevante en tanto un paso teórico previo para postular articulaciones pedagógicas más concretas en un nuevo plano o tipo lógico que podría enunciarse como práctico-operacional. Lo más interesante, y que probablemente sea objeto de trabajos e intervenciones futuras, será investigar alguna posible articulación pedagógica práctica y concreta entre hallazgos de la neurociencia educacional y la orientación ético-política y metodológica de la pedagogía freireana.

Agradecimientos

Los autores agradecen los aportes críticos del Dr. Sebastián Lipina que fueron cruciales para la elaboración de este artículo.

Referencias

- ALI, N. Dialogic learning: a social cognitive neuroscience view. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, Vranje, v. 2, n. 2, Dec. 2014.
- ANSARI, D.; COCH, D. Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, Kidlington, v. 10, n. 4, p. 146-15, Apr. 2006.
- BARTLETT, F. C. *Remembering: a study in experimental and social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1932.
- BATESON, G. *Espíritu y naturaleza*. Buenos Aires: Amorrortu, 2015.

- BROOKS-GUNN, J.; DUNCAN, G. J. The effects of poverty on children. *The Future of Children*, Los Altos, v. 7, n. 2, p. 55-71, Summer/Fall 1997.
- BRUER, J. T. Neuroeducación: un panorama desde el puente. *Propuesta Educativa*, Buenos Aires, n. 46, p. 14-25, nov. 2016.
- CASTORINA, J. A. La relación problemática entre neurociencias y educación: condiciones y análisis críticos. *Propuesta Educativa*, Buenos Aires, n. 46, p. 26-41, nov. 2016.
- CULLEN, C. *Crítica de las razones de educar*. Buenos Aires: Paidós, 1997.
- D'ANGIULLI, A.; LIPINA, S. J.; OLESINSKA, A. Explicit and implicit issues in the developmental cognitive neuroscience of social inequality. *Frontiers in Human Neuroscience*, Lausanne, v. 6, p. 1-16, Sept. 2012.
- DOLCOS, F.; IORDAN, A. D.; DOLCOS, S. Neural correlates of emotion-cognition interactions: a review of evidence from brain imaging investigations. *Journal of Cognitive Psychology*, [S.l.], v. 23, n. 6, p. 669-694, Sept. 2011.
- DUNCAN, G. J.; LUDWIG, J., Y.; MAGNUSON, K. A. Reducing poverty through preschool interventions. *The Future of Children*, Los Altos, v. 17, n. 2, p. 143-160, Fall 2007.
- FARAH, M. J. Socioeconomic status and the brain: prospects for neuroscience-informed policy. *Nature Reviews Neuroscience*, London, v. 19, n. 7, p. 428-438, Jun. 2018.
- FARAH, M. J. et al. Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain Research*, Amsterdam, v. 1110, n. 1, p. 166-174, Aug. 2006.
- FERNANDES, C.; TERRA, A. *40 horas de Esperança: o método Paulo Freire, política e pedagogia na experiência de Angicos*. São Paulo: Ática, 1994.
- FIORI, E. M. Aprender a decir su palabra: el método de Alfabetización del profesor Paulo Freire. In: FREIRE, P. *Pedagogía del oprimido*. México: Siglo Veintiuno, 2005. p. 5-19.
- FREIRE, P. *La educación como práctica de la libertad*. Montevideo: Siglo Veintiuno, 1969.
- FREIRE, P. *Pedagogía del oprimido*. México: Siglo Veintiuno, 2005.
- GADOTTI, M. Alfabetizar e politizar: Angicos, 50 anos depois. *Foro de Educación*, Angicos, v. 12, n. 16, p. 51-70, enero/feb. 2014.
- GERHARDT, H. P. Paulo Freire. *Perspectivas: Revista Trimestral de Educación Comparada*, Ginebra, v. 3, n. 4, p. 463-484, 1993.

- GOLDIN, A. P. et. al. From ancient Greece to modern education: universality and lack of generalization of the Socratic dialogue. *Mind, Brain, and Education*, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 180-185, Dec. 2011.
- GOSWAMI, U. Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, London, v. 7, n. 5, p. 406-413, May 2006.
- HACKMAN, D. A.; FARAH, M. J. Socioeconomic status and the developing brain. *Trends in Cognitive Sciences*, Kidlington, v. 13, n. 2, p. 65-73, Feb. 2009.
- HAIR, N. L. et al. Association of child poverty, brain development, and academic achievement. *JAMA Pediatrics*, Chicago, v. 169, n. 9, p. 822-829, Sept. 2015.
- HEBB, D. O. *The organization of behavior: a neuropsychological theory*. New York: John Wiley and Sons, 1949.
- HOFF, E. How social contexts support and shape language development. *Developmental Review*, Missouri, v. 26, n. 1, p. 55-88, Mar. 2006.
- IMMORDINO-YANG, M. H.; DAMASIO, A. We feel, therefore we learn: the relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education*, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 3-10, Mar. 2007.
- LABAR, K. S.; CABEZA, R. Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature Reviews Neuroscience*, London, v. 7, n. 1, p. 54-64, Jan. 2006.
- LIPINA, S. J. Actualizaciones en neurociencia educacional. *Propuesta Educativa*, Tucumán, v. 25, v. 2, n. 46, p. 6-13, Nov. 2016a.
- LIPINA, S. J. *Pobre cerebro: lo que la neurociencia nos propone pensar y hacer acerca de los efectos de la pobreza sobre el desarrollo cognitivo y emocional*. Buenos Aires: Siglo XXI, 2016b.
- LUPIEN, S. J. et al. Can poverty get under your skin? Basal cortisol levels and cognitive function in children from low and high socioeconomic status. *Development and Psychopathology*, New York, v. 13, n. 3, p. 653-676, Summer 2001.
- NEVILLE, H. J. et al. Family-based training program improves brain function, cognition, and behavior in lower socioeconomic status preschoolers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington D.C., v. 110, n. 29, p. 12138-12143, July 2013.
- NGUYEN, D. J.; LARSON, J. B. Don't forget about the body: exploring the curricular possibilities of embodied pedagogy. *Innovative Higher Education*, [S.l.], v. 40, n. 4, p. 331-344, Feb. 2015.

NOBLE, K. G.; NORMAN, M. F.; FARAH, M. J. Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 74-87, Jan. 2005.

OKON-SINGER, H. et al. The neurobiology of emotion–cognition interactions: fundamental questions and strategies for future research. *Frontiers in Human Neuroscience*, Lausanne, v. 9, p. 58, p. 1-14, Feb. 2015.

PEKRUN, R. The impact of emotions on learning and achievement: towards a theory of cognitive/motivational mediators. *Applied Psychology*, Whashington, v. 41, n. 4, p. 359-376, Jan. 1992.

PEZZATTI, L.; EDELSZTEIN, V.; HERMIDA, M. J. The learning of mathematics in Argentina and its association with the cognitive sciences: opportunities and challenges. *Studies in Psychology*, London, v. 41, n. 2, p. 348-372, July 2020.

POSNER, M. I.; PETERSEN, S. E. The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, Palo Alto, v. 13, n. 1, p. 25-42, 1990.

THOMAS, M. S.; ANSARI, D.; KNOWLAND, V. C. Educational neuroscience: progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, Oxford, v. 60, n. 4, p. 477-492, Apr. 2019.

SANTOS, J. Aportes para una pedagogía crítica nuestroamericana: identificando el núcleo conceptual del pensamiento político-pedagógico de Paulo Freire. *Revista Pedagógica*, Chapecó, v. 9, n. 41, p. 80-95, Mayo/Ago. 2017a.

SANTOS, J. *Filosofía intercultural y pedagogía*. Buenos Aires: Teseo, 2017b.

SCHUPP, H. T. et al. Selective visual attention to emotion. *Journal of Neuroscience*, Washington, v. 27, n. 5, p. 1082-1089, Jan. 2007.

SELI, P. et al. On the relation between motivation and retention in educational contexts: The role of intentional and unintentional mind wandering. *Psychonomic Bulletin y Review*, Austin, v. 23, n. 4, p. 1280-1287, Aug. 2016.

SHEESE, B. E. et al. Genetic variation influences on the early development of reactive emotions and their regulation by attention. *Cognitive Neuropsychiatry*, v. 14, n. 4-5, p. 332-355, 2009.

SHEN, L.; WANG, M.; SHEN, R. Affective e-learning: using “emotional” data to improve learning in pervasive learning environment. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 12, n. 2, p. 176-189, Apr. 2009.

SIGMAN, M. et al. Neuroscience and education: prime time to build the bridge. *Nature Neuroscience*, New York, v. 17, n. 4, p. 497-502, Mar. 2014.

SILVA, R. P.; OLIVEIRA, J. J. O. Os recursos da neurociência no âmbito da educação. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE PESQUISA E POLÍTICAS PÚBLICAS E DESENVOLVIMENTO SOCIAL, 2., 2011, Franca. *Anais.* . Franca: Unesp, 2011. Setembro 2011.

SQUIRE, L. R. Rapid consolidation. *Science*, New York, v. 316, n. 5821, p. 57-58, Apr. 2007.

STEVENS, C.; LAUINGER, B.; NEVILLE, H. Differences in the neural mechanisms of selective attention in children from different socioeconomic backgrounds: an event-related brain potential study. *Developmental Science*, Oxford, v. 12, n. 4, p. 634-646, July 2009.

TARANTO, R.; SANTOS J. La recepción del pensamiento y la pedagogía de Paulo Freire en la Argentina. *Revista Pedagógica*, Chapecó, v. 21, n. 1, p. 321-339, mayo 2019.

TERIGI, F. Sobre aprendizaje escolar y neurociencias. *Propuesta Educativa*, Buenos Aires, v. 25, v. 2, n. 46, p. 50-64, nov. 2016.

TSE, D. et al. Schemas and memory consolidation. *Science*, New York, v. 316, n. 5821, p. 76-82, Apr. 2007.

TYNG, C. M. et al. The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in Psychology*, Pully, v. 8, p. 1-22, Aug. 2017.

UNITED STATES OF AMERICA (USA). National Institute of Child Health and Human Development (NIH). *Baby First Year*. [Bethesda], 2018. Available in: <<https://www.babysfirstyears.com/>>. Access in: 5 Feb. 2022.

VUILLEUMIER, P. How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *Trends in Cognitive Sciences*, Kidlington, v. 9, n. 12, p. 585-594, 2005.

WALKER, J.; PALACIOS, C. A pedagogy of emotion in teaching about social movement learning, *Teaching in Higher Education*, [S.l.], v. 21, n. 2, p. 175-190, Nov. 2016.

WARD, J. *The student's guide to cognitive neuroscience*. 3rd ed. London: Psychology Press, 2015.

WESTERMANN, G. et al. Neuroconstructivism. *Developmental Science*, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 75-83, Feb. 2007.

Recebido em 20 de maio de 2021.

Aprovado em 09 de janeiro de 2022.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da licença Creative Commons do tipo BY-NC.