

2016

Dossier

“Neuroeducación: Un panorama desde el puente”,

por John T. Bruer.

Propuesta Educativa Número 46 – Año 25 – Nov. 2016 – Vol2 – Págs. 14 a 25

Neuroeducación: un panorama desde el puente¹

JOHN T. BRUER*

Bridge: Los argumentos

A mediados de la década de 1990, los representantes y defensores del desarrollo infantil temprano y los responsables de establecer políticas implementaron una campaña de relaciones públicas en apoyo a los programas para la primera infancia, como el *Early Head Start*, en Estados Unidos (Bruer, 1999). Esta campaña sostenía que los avances novedosos y apasionantes en neurociencia habían revolucionado nuestros conocimientos acerca de la crianza y el desarrollo temprano. La ciencia del cerebro que la campaña mostraba no era nueva y consistía en presentar unos pocos resultados escogidos de la psicología del desarrollo. Los defensores de la primera infancia argumentaban que los fenómenos del desarrollo neural, tales como la sinaptogénesis², los períodos críticos y los efectos de los ambientes enriquecidos en el cerebro de los roedores, apuntaban a la existencia de un único período biológicamente privilegiado –desde el nacimiento hasta los tres años–, en el cual las experiencias tenían efectos irreversibles y que duraban para toda la vida en el cerebro de los niños (por ejemplo, véase Shore, 1996). El postulado acerca de la importancia del aprendizaje temprano empezaba así a permear la literatura educativa y las discusiones sobre políticas educativas. Se plantearon afirmaciones demasiado simplistas del tipo: “a los niños se les debería enseñar tanto y tan temprano como sea posible”; “las técnicas transdisciplinarias de enseñanza generarían redes de conexiones sinápticas más ricas”; “si las sinapsis se desarrollan simultáneamente en todas las áreas cerebrales, entonces todas las asignaturas escolares también deberían enseñarse simultáneamente”; o “los primeros años de vida son una etapa en la que se aprende sin esfuerzos” (para otros ejemplos, véase Bruer, 1997, 1999). El propósito original de *Bridge* era prevenir que estas concepciones “neuro” erróneas influyeran en nuestras ideas acerca del diseño curricular, las prácticas pedagógicas y el mejoramiento de los resultados escolares.

En *Bridge* se presentaban un argumento negativo y dos recomendaciones positivas. Allí se argumentaba que la neurociencia en discusión a mediados de la década de 1990 no tenía implicaciones en la práctica educativa. El artículo sugería que si los educadores en ese momento estaban interesados en buscar una ciencia básica que guiara el diseño educativo, la psicología cognitiva era el mejor lugar donde hacerlo. Finalmente, sugería que el campo neurocientífico que con mayor probabilidad ofrecería resultados pedagógicamente relevantes, era el campo

El Dr. Bruer ha sido Presidente de la Fundación McDonnell (<https://www.jsmf.org/>) entre los años 1986 y 2014. Desde este rol inició diferentes programas innovadores, incluyendo el Programa McDonnell-Pew en Neurociencia Cognitiva, el Programa de Estudios Cognitivos para la Práctica Educativa, y las becas McDonnell en Medicina Molecular. Es autor de *Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom* [*Escuelas para pensar: Una ciencia del aprendizaje en el aula*] (MIT Press, 1993) y *The Myth of the First Three Years: A New Understanding of Early Brain Development and Lifelong Learning* [*El mito de los tres primeros años: Una nueva visión del desarrollo inicial del cerebro y el aprendizaje a lo largo de la vida*] (Free Press, 1999; Paidós, 2000). El Dr. Bruer también es Prof. Adjunto de Filosofía en la Universidad de Washington en Saint Louis, Estados Unidos. Ha obtenido grados en Filosofía de la Universidad de Wisconsin (B.A., 1971), de la Universidad de Oxford (B. Phil., 1974) y de la Universidad Rockefeller (Ph.D., 1978). En el siguiente sitio se puede consultar una biografía completa del Dr. Bruer: <https://www.jsmf.org/about/john-bruer.htm>



de la neurociencia cognitiva que empezaba a desarrollarse. Por consiguiente, en *Bridge* proponía de una forma práctica y positiva que un programa de investigación que conectase la neurociencia con la educación por medio de la neurociencia y la psicología cognitivas, era el camino más prometedor para integrar la ciencia del cerebro con la educación.

El argumento negativo anti-neurociencia

En la década de 1990, la neurociencia que se discutía en la literatura sobre políticas educativas se limitaba a tres resultados sólidamente establecidos: el fenómeno de la sinaptogénesis, la existencia de períodos críticos en el desarrollo y los efectos del enriquecimiento del ambiente en el cerebro de los roedores. En *Bridge* se argumentaba, y en Bruer (1999) se ampliaban esos argumentos, que no existe una conexión significativa entre la sinaptogénesis y la capacidad de aprender o la tasa de aprendizaje; que los períodos críticos no limitan el cambio cerebral dependiente de la experiencia que ocurre en los ambientes sociales y educativos; y que los ambientes enriquecidos en la investigación con animales no presentan analogías apropiadas con el aprendizaje humano, y que incluso en el caso de los roedores el enriquecimiento afecta al cerebro durante toda su vida. En *Bridge* se argumentaba en particular que había un abismo entre estos hallazgos neurocientíficos específicos y la educación. No podían extraerse “*conclusiones pedagógicamente pertinentes de las correlaciones entre unos comportamientos generales y sin analizar –aprender a leer, aprender matemática, aprender idiomas– y los cambios pobremente entendidos de la estructura cerebral a nivel sináptico. Este es el puente demasiado lejano*”.

El argumento negativo ha tenido algunos resultados positivos tanto en los círculos dedicados a la primera infancia como en el mundo de la educación. Las infundadas extrapolaciones desde las sinapsis hacia el aula que circulaban a mediados de los años noventa, a las que se apuntaba en *Bridge*, ahora son reconocidas como “neuromitos”, un término acuñado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en su informe *Understanding the Brain: the Birth of a Learning Science* [La comprensión del cerebro. El nacimiento de una ciencia del aprendizaje] (OECD, 2002). Goswami y Pasquinelli profundizaron todavía más acerca de la persistencia y los peligros de los neuromitos en la educación (Goswami, 2004, 2006; Pasquinelli, 2012).

No obstante, también es cierto que el argumento ha tenido algunos efectos perjudiciales. Cuando se examinan las citas de *Bridge* en la literatura de la NE, parecería que el argumento ha sido malinterpretado o generalizado en exceso. A modo de ejemplo, Sigman y colegas escriben “*en un celebrado artículo, John Bruer describió la relación entre la investigación cerebral y la educación como un ‘puente demasiado lejano’*” (Sigman et al., 2014). Anderson sostuvo que “*Bruer [...] ha argumentado que el intento de vincular la biología con la educación sería un ‘puente demasiado lejano’*” (Anderson, 2002). De forma similar, “[...] *la relación entre la educación y la neurociencia ha sido llamada ‘un puente demasiado lejano’*” (Hoeft et al., 2007). En *Bridge* no se ofrece ningún sustento a estas aseveraciones.

Creo que son dos las razones para este posible malentendido. El argumento en *Bridge* tiene un alcance limitado. Allí sólo se sostiene que tres hallazgos neurocientíficos, populares entre los educadores a mediados de la década de 1990 –la sinaptogénesis, los períodos críticos y el enriquecimiento del ambiente– no apoyan los postulados que algunos educadores (y científicos) establecían acerca de las implicaciones que la ciencia del cerebro tenía para la educación. La neurociencia es un campo muy extenso. La neurofisiología del desarrollo es sólo un sub-campo dentro de este enorme esfuerzo de investigación. Nada se decía en *Bridge* sobre las posibles vinculaciones entre otras áreas de la neurociencia con la educación. El artículo nada afirmaba sobre otras áreas de la neurociencia porque de hecho a ellas no se las estaban impulsando como pertinentes para el ámbito de la educación. Se centraba en las sinapsis, los períodos críticos y los ambientes enriquecidos. Por este motivo, probablemente fui descuidado al usar el término *neurociencia* sin hacer las debidas salvedades y consideraciones. En *Bridge* no se ofrecen argumentos o evidencias de que la neurociencia sería siempre irrelevante para la educación. *Bridge* tampoco propone un argumento acerca de la imposibilidad de conectar la neurociencia con la educación. Algunos investigadores podrían pensar que el puente entre la neurociencia

y la educación en principio no se puede construir. Incluso yo podría pensarlo. Sin embargo, en *Bridge* no se presentan argumentos de ese tipo que apoyen esa creencia. De hecho, en *Bridge* se aseveraba que la neurociencia cognitiva, a la sazón un sub-campo dentro de la neurociencia que estaba comenzando a emerger, con el tiempo podría ser una disciplina promisoría para las investigaciones en educación y para mejorar la instrucción en las aulas.

Una proposición positiva: La pertinencia de la psicología cognitiva

Si a mediados de los años noventa la neurofisiología del desarrollo no servía como ciencia básica apropiada para la enseñanza y el aprendizaje, ¿a qué campo podrían los educadores y los investigadores en educación recurrir para obtener un conocimiento básico potencialmente útil y que además estuviera disponible? Lo que en *Bridge* se proponía a los educadores era que resultaba mucho más conveniente que mirasen en la dirección de la psicología cognitiva. Esta se encuentra y se encontraba bien conectada con la investigación y con la práctica pedagógica. En Bruer (2016) se muestra que dentro de las ciencias que estudian el aprendizaje, es la psicología cognitiva, y específicamente la investigación sobre el funcionamiento de la memoria, la que brinda la conexión más próxima entre la NE y la investigación educativa. Más aún, existen numerosos ejemplos de cómo los hallazgos en psicología han influido la práctica pedagógica y todavía pueden hacerlo (Bruer, 1994; National Research Council, 1999; McGilly, 1994). Un ejemplo de ello es el aporte reciente de la psicología cognitiva a la enseñanza propuesto por Roediger y colegas sobre el modo en que los exámenes mejoran la retención (Brown, 2014).

Era el año 1997, y como en la actualidad, si se deseaba mejorar la práctica educativa la psicología cognitiva brindaba un caudal de información que podía ser aplicado prontamente para enriquecer los resultados de la enseñanza. A este respecto, la psicología se diferencia de la NE, donde, como veremos, el énfasis está puesto en las promesas futuras del potencial aporte de la ciencia del cerebro para la educación. Al juzgar la promesa relativa de los aportes de la psicología en comparación con los de la neurociencia respecto de la práctica educativa, deberían tenerse en cuenta los plazos en los que se espera mejorar los resultados en educación. ¿Se buscan mejoras en los resultados en el corto plazo o en un futuro más distante?

Otra propuesta: Neurociencia cognitiva y dos puentes

En vez de aseverar que la neurociencia nunca sería pertinente para la educación, en *Bridge* se formulaba que la neurociencia cognitiva era la disciplina “neuro” más promisoría a fin de producir hallazgos relevantes en el campo de la educación. Como ejemplo, en *Bridge* se cita un estudio de potenciales evocados³ sobre el procesamiento de números (Dehaene, 1996). Dehaene todavía no había publicado el trabajo de imágenes acerca del conocimiento de los números. Una vez más, debería considerarse el contexto histórico en el cual hice esta propuesta simplista. En el año 1988 apenas habían comenzado a organizarse las iniciativas de financiamiento específicamente dedicadas a la neurociencia cognitiva con la creación del Programa McDonnell-Pew. Los que con el tiempo se convertirían en artículos icónicos en esta disciplina, tales como el de Posner y Petersen (1990) sobre los sistemas de atención y el de Petersen y colegas (1988) sobre el procesamiento de palabras simples, habían sido publicados sólo algunos años antes que *Bridge*. La primera publicación acerca de las posibles consecuencias de la neurociencia cognitiva en la educación fue el artículo de Byrnes y Fox del año 1998. Incluso en este artículo no se discutían las aplicaciones de la neurociencia cognitiva en la educación (no existía ninguna de ellas), sino más bien las posibles consecuencias para la enseñanza de la investigación básica de la atención, la memoria, la lectura y el conocimiento de los números. El trabajo de Shaywitz y colegas sobre la dislexia tampoco había sido publicado todavía (Shaywitz *et al.*, 2002). La neurociencia cognitiva estaba, en el mejor de los casos, en su primera adolescencia. El potencial que tenía para la investigación en el campo de la educación parecía obvio. La obtención de imágenes cerebrales nos permitía estudiar los correlatos neurales de las funciones cognitivas más complejas y perti-

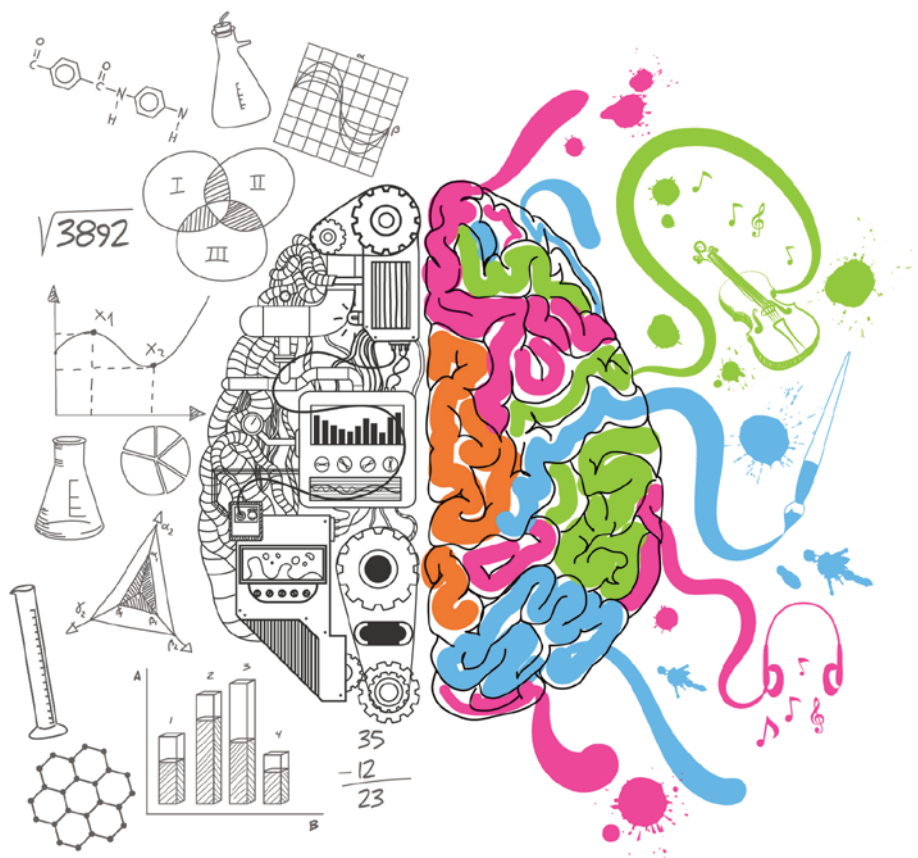
centes para el aprendizaje y la enseñanza formal.

El hecho de que existiese una sólida base de conocimientos psicológicos pertinentes para el ámbito de la educación junto a la promesa de la neurociencia cognitiva en el estudio de las funciones cognitivas complejas, dieron lugar a una propuesta de orden práctico. En *Bridge* se proponía una estrategia de investigación de “dos puentes”:

“Si no podemos construir el puente entre la neurociencia y la educación, pero nos interesa saber cómo la estructura cerebral sostiene la función cognitiva, podemos seguir una estrategia más esperanzadora que implica atravesar de lado a lado dos puentes que ya existen. El primero, conecta la práctica educativa con la psicología cognitiva y, el segundo, a esta última con la ciencia cerebral”.

Por supuesto, en esta cita la “neurociencia” debe ser comprendida como neurofisiología del desarrollo, el área de la neurociencia que en ese momento era considerada más pertinente para la educación. También debemos leer que ese “no podemos” expresa el estado de posibilidades existente en el año 1997, y no como una aseveración de que es lógicamente imposible vincular esos campos.

Sin duda, hay algo más en esta idea de “dos puentes” que la mera coexistencia de una psicología cognitiva pertinente para la educación y una neurociencia cognitiva esperanzadora para la educación. Por el contrario, la sugerencia deriva del hecho de que los dos campos comparten algunas prácticas conceptuales y metodológicas, así como también algunos objetivos. La psicología cognitiva desarrolla e intenta refinar modelos del dominio de habilidades generales como la función de la memoria, o del dominio de habilidades específicas tales como la lectura, el conocimiento de los números y la resolución de problemas de física, identificando las operaciones constitutivas de la habilidad y determinando de qué modo se organizan esas sub-habilidades para sostener el comportamiento observado. Emplea información del comportamiento para desarrollar, examinar y perfeccionar sus modelos. La neurociencia cognitiva utiliza y aprovecha modelos cognitivos para diseñar experimentos con imágenes. Los neurocientíficos cognitivos intentaban localizar los procesos constitutivos en un modelo y rastrear los circuitos neurales que conectan los componentes. Un objetivo probable de la neurociencia cognitiva sería el uso de información de imágenes con el objeto de perfeccionar esos modelos. En el año 1988, Michael Posner, Steve Petersen, Peter Fox y Marcus Raichle establecieron lo que denomino la hipótesis de trabajo de la neurociencia cognitiva: “*El cerebro humano localiza operaciones mentales del tipo planteado por las teorías cognitivas*” (Posner *et al.*, 1988). Esta hipótesis de trabajo subraya la estrecha relación entre la psicología cognitiva y la neurociencia cognitiva. Ciertamente, propone la interdependencia entre ambos



campos. Incluso podría leerse que implica que las teorías cognitivas poseen cierta primacía metodológica. Huelga decir que esta ha sido una hipótesis de trabajo viable y altamente exitosa.

Por lo tanto, mi propuesta era simple: los modelos cognitivos pueden contribuir con las intervenciones educativas identificando las operaciones constitutivas necesarias para obtener resultados positivos en el dominio escolar, y apuntando a esos componentes a fin de contribuir con la enseñanza. Por ejemplo, tener en consideración la importancia de la capacidad para comparar magnitudes numéricas para aprender aritmética elemental y los materiales curriculares elaborados para desarrollar esa habilidad (Griffin, 2009). La psicología cognitiva desarrolla y perfecciona esos modelos usando información conductual. Los modelos cognitivos son el punto de partida para la neurociencia cognitiva. A modo de ejemplo, tómesese el uso que Dehaene hace de la tarea de comparación numérica en su estudio de potenciales evocados. Los datos de neuroimágenes resultaban prometedores en la presentación de la información cerebral para así desarrollar, mejorar y refinar aún más estos mismos modelos. Por consiguiente, una estrategia razonable sería tener en cuenta tanto la información sobre las conductas como la cerebral para mejorar los modelos cognitivos pertinentes para la enseñanza y el aprendizaje.

En *Bridge* no se aseveraba ni se discutía que una conexión entre la neurociencia y la educación fuera un puente demasiado lejano, más bien era lo contrario. Más aún, la idea de “dos puentes” fue planteada como una proposición práctica para una estrategia de investigación factible. En *Bridge* no se pretendía afirmar que la estrategia sugerida fuese la única estrategia posible; ni se sostenía que la neurociencia cognitiva era el único camino concebible para llevar la ciencia del cerebro hacia la neurociencia educacional.

¿Qué impresión se tiene de esta propuesta práctica veinte años después? La NE en gran medida se ha convertido en neurociencia cognitiva educacional. En Blakemore y Frith (2000), uno de los primeros intentos académicos de presentar las ventajas de la NE a los responsables de diseñar políticas y a los ciudadanos en general, se advertía acerca de los peligros que conllevaban los neuromitos y se decía que la ciencia del cerebro estaría preparada en breve para realizar investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje a través de la psicología cognitiva. Blakemore y Frith veían a la neurociencia cognitiva como una de las áreas principales de la ciencia cerebral que tenía consecuencias para la educación; y consideraban a la psicología cognitiva como una disciplina mediadora entre la ciencia cerebral y la ciencia del comportamiento⁴. Muchas otras reseñas de la investigación en NE identifican también que ésta forma parte de la neurociencia cognitiva, como por ejemplo las de Goswami (2004, 2006), Ansari y Coch (2006) y Varma y colegas (2008). Más recientemente, Howard-Jones y colegas afirmaron:

“Sin embargo, es importante enfatizar desde el comienzo que la ‘neurociencia’ en la NE se refiere casi exclusivamente a la neurociencia cognitiva. En otras palabras, se interesa en establecer vínculos entre los sustratos neurales de los procesos y los comportamientos mentales (y en especial aquellos relacionados con el aprendizaje)” (Howard-Jones et al., 2016).

De forma similar, Gabrieli (2016) define a la NE como *“la rama de la neurociencia cognitiva que atiende la función y la estructura cerebral asociada con la educación”*.

La neurociencia educacional en 2016

En Bruer (2016) se presentó un análisis bibliométrico de la investigación sobre el aprendizaje en la neurociencia, la psicología, la NE y la investigación en educación. La Figura 1 muestra los artículos en el núcleo de la red de co-citación de la NE. En base a artículos citados en la investigación sobre aprendizaje producida entre los años 1997 y 2015, existen doce artículos en el núcleo de la literatura de la NE. La poca cantidad de artículos se debe al uso de un umbral relativamente alto de citación y de citación cruzada, con el fin de facilitar la visualización de la red. En umbrales más bajos se obtienen conclusiones similares, pero hay más artículos que pueden tenerse en cuenta (para acceder a más detalles sobre este procedimiento ver Bruer, 2016). Como puede verificarse, *Bridge* se ubica en el centro de esta red.

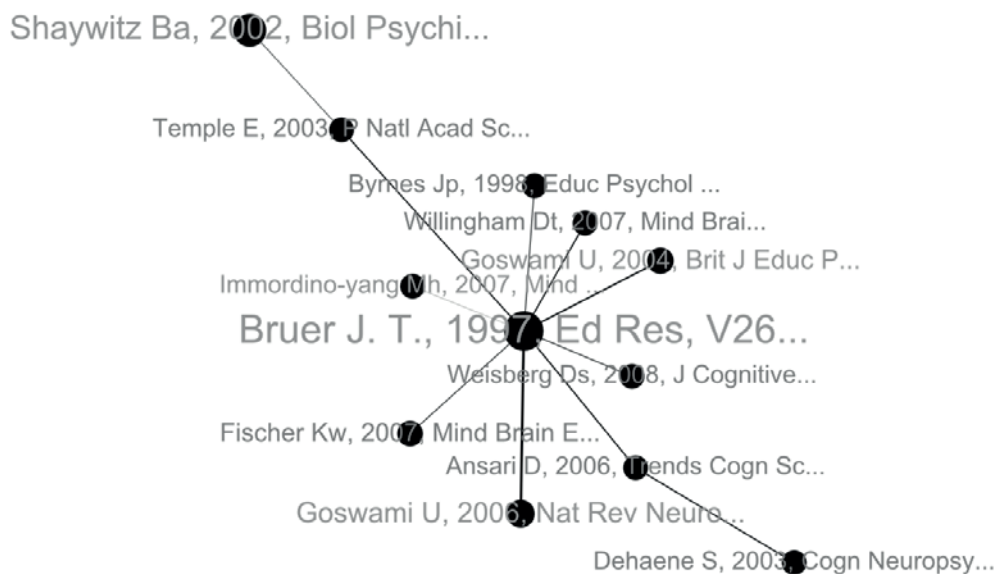


Figura 1. Núcleo de la red de citas cruzadas de la literatura de la NE entre los años 1997 y 2015.

Esta red tiene una estructura interesante. Nótese que ocho de los nueve artículos conectados con Bruer (1997), son trabajos que examinan los méritos y desméritos, las promesas y los obstáculos de los intentos de aplicar la investigación neurocientífica a la educación. La mayoría de los artículos presenta una argumentación a favor de la importancia y el desarrollo futuro de la NE: Byrnes y Fox (1998); Fischer *et al.* (2007); Goswami (2004, 2006); Hinton y Fischer (2008); Immordino-Yang (2007) y Willingham y Lloyd (2007). Stern (2005) corresponde a un artículo editorial que critica aspectos del esfuerzo de integración de la NE. Weisber y otros (2008), presentan información acerca de cómo la evidencia neurocientífica afecta la valoración de las explicaciones psicológicas. Dehaene y otros (2003), Temple y otros (2003) y Shaywitz y otros (2002), son ejemplos de la segunda clase de artículos que se encuentran en el núcleo de la literatura de la NE. Estos artículos presentan investigaciones de la neurociencia cognitiva en las áreas del procesamiento de números (Dehaene *et al.*, 2003) y de la lectura, por lo general investigaciones sobre dislexia (Temple *et al.*, 2003; Shaywitz *et al.*, 2002). Dentro de esa literatura los artículos de este tipo sirven como modelos de investigación que tienen o podrían tener pertinencia en la educación.

Por lo tanto, en el núcleo de esta literatura existe la tendencia a encontrar artículos relacionados con el propio campo de la NE, antes que artículos que brinden información sobre resultados específicos de la NE. Los artículos que dan cuenta de la investigación en neurociencia cognitiva aparecen próximos a este núcleo, como modelos. En la actualidad, parecería que la literatura en el núcleo de la NE es más una meta-literatura que literatura de investigación propiamente dicha. Se trata de una literatura que tiene como preocupación central definir a la NE, y declarar sus objetivos y su potencial, más que presentar a la investigación que aborda problemas educativos.

¿Por qué razón la NE parece estar preocupada en defenderse a sí misma? La respuesta es que la NE tiene críticos desde su inicio. Dos intercambios recientes ilustran el tema en debate. En el año 2014, Dorothy Bishop planteó la siguiente pregunta en su blog: "¿Qué es la neurociencia educativa?" (Bishop, 2014). La entrada de Bishop en su blog provocó respuestas tanto de defensores como de escépticos de la NE. Más recientemente Bowers (2016) publicó un artículo que critica a la NE. Gabrieli (2016) y Howard-Jones y colegas (2016) respondieron a tales críticas⁵. Como se aprecia en esos intercambios, una de las mayores críticas a la NE es que existen muy pocos ejemplos de la NE, si realmente existe alguno, que sean pertinentes para la educación o la en-

señanza. Bishop clasifica los ejemplos que suele presentar la NE en tres categorías: (1) ejemplos en los que los hallazgos en psicología se aplican a la educación, pero en los que la ciencia del cerebro es prescindible; (2) hallazgos interesantes de la neurociencia, pero cuya aplicación en la educación es discutible; y (3) resultados neurocientíficos que tienen potencialidad de aplicación en la educación pero que falta al menos una década para que puedan ser puestos en práctica. Un posible ejemplo de la primera categoría es la afirmación de que la información proveniente de las neuroimágenes puede utilizarse como criterio para clasificar trastornos o alteraciones del desarrollo, lo cual es una cuestión problemática (Tanaka *et al.*, 2011). Los escépticos de la NE señalan que hace 25 años ya se estableció este tipo de categorizaciones de manera concluyente en base a información conductual. Por supuesto, la información de las neuroimágenes corrobora los hallazgos conductuales. Los neuromitos se encuentran dentro de la segunda categoría.

La sinaptogénesis del desarrollo es un resultado neurocientífico interesante, pero sus implicaciones en la educación son, en el mejor de los casos, muy discutibles. Para Bishop, los estudios que emplean información del cerebro para diagnosticar futuros problemas de aprendizaje pertenecen a la tercera categoría.

Los defensores de la NE admiten que existen pocos ejemplos pertinentes para la educación en la NE. En respuesta a Bishop, Michael Thomas (Bishop, 2014) señaló que la NE todavía se encuentra en las primeras fases de su desarrollo y que hay pocos ejemplos acerca de cómo esta podría mejorar la enseñanza. Gabrieli (2016) está de acuerdo con esta crítica y destaca que *“la neurociencia cognitiva todavía no influye en las prácticas y en las políticas educativas”*. En enero del año 2015, en el taller denominado *“Bridging Neuroscience and Learning” [Integrando a la neurociencia y el aprendizaje]* organizado

por la Oficina de Política Científica y Tecnológica del Gobierno de Estados Unidos [OSPTP, por sus siglas en inglés], se les pidió a los participantes que elaboraran una lista de las intervenciones exitosas basadas en la neurociencia que abordasen problemas educativos reales. No les fue posible dar ejemplos. La falta de ejemplos convincentes es un problema reconocido de la NE.

Sin embargo, los investigadores en NE también tienen una respuesta a esta crítica: para ellos la NE no es una ciencia aplicada, al menos no todavía, sino una ciencia básica que puede contribuir a la investigación básica en educación, pero no necesariamente contribuir de forma directa a la enseñanza en el aula. Tanto Gabrieli (2016) como Howard-Jones y colegas (2016), son explícitos en su punto de vista: la NE es para ellos un sub-campo dentro de la ciencia básica de la neurociencia cognitiva humana. Su propósito es elucidar las estructuras y las funciones cerebrales asociadas con la educación. En Howard-Jones y otros (2016), se afirma que al presente la



NE puede decirnos en qué dirección buscar intuiciones sobre el modo de mejorar la enseñanza y el aprendizaje; pero no le dice al educador o al diseñador de políticas cómo aplicar esas intuiciones en los contextos educativos. La caracterización de la NE como una ciencia básica que ofrece intuiciones en vez de soluciones prácticas, brinda una respuesta a una de las primeras preocupaciones sobre la pertinencia de la neurociencia cognitiva en la educación. Richard Meyer (1998) escribió como comentario a lo dicho por Byrnes y Fox (1998) que *“Conocer cómo funciona el cerebro no es lo mismo que conocer cuál es la mejor manera de ayudar a los estudiantes a aprender”*. Algunos investigadores en NE parecen haberle dado la razón a Mayer. No obstante, los investigadores en NE valoran el conocimiento acerca del modo en que trabaja el cerebro.

Una característica interesante de los intercambios recientes, es que los defensores de la NE tienden a invocar otro tipo de ejemplos. Los más arraigados históricamente -que se muestran en la Figura 1-, corresponden a las investigaciones sobre dislexia y procesamiento de números en las que se descubrieron correlatos neurales entre las habilidades de la lectura y las habilidades numéricas. Los ejemplos más recientes que sobresalen en los intercambios de Bishop y Bowers, corresponden a estudios que utilizan las neuroimágenes para predecir trastornos del aprendizaje o las respuestas de los estudiantes a la enseñanza. Los artículos citados con mayor frecuencia son los de Hoeft y otros (2007, 2011). La emergencia de estos ejemplos podría señalar un cambio en el tipo de investigaciones básicas que los investigadores en el campo de la NE consideran más prometedor para su aplicación. Los investigadores de la NE parecen haber reconocido que el simple hecho de encontrar correlatos neurales de las funciones cognitivas podría no conducir a aplicaciones de utilidad. Como se sostiene en Gabrieli (2016), *“la simple caracterización de correlatos cerebrales de las operaciones mentales o incluso la neuroplasticidad asociada con las intervenciones pedagógicas no brinda una pauta para la enseñanza en el aula”*. El uso de marcadores neurales para hacer diagnósticos puede ser un camino prometedor para la aplicación de la investigación básica de la NE a los problemas en la enseñanza en los años venideros. En el presente, los investigadores en NE reconocen que los diagnósticos no conducen necesariamente a propuestas terapéuticas y de rehabilitación concretas.

Estos ejemplos de diagnósticos basados en marcadores neurales, también han sido criticados porque la evidencia se basa en estudios con muestras reducidas y grupos control que no son adecuados (para una discusión y referencias adicionales al respecto, véase Bishop, 2014). Sin embargo, las debilidades de estos estudios pueden ser remediadas en investigaciones futuras, por lo que no menoscaban necesariamente el uso conjunto de medidas neurales y de la conducta para predecir trayectorias de aprendizaje y las respuestas de los estudiantes a la enseñanza. Un tema más relevante, enfatiza Bishop, es la necesidad de evaluar la sensibilidad y especificidad de estos marcadores neurales, así como también considerar las cuestiones éticas que están involucradas en su uso durante procedimientos de monitoreo y diagnóstico. Gabrieli (2016) describe ejemplos de este tipo como prueba concreta acerca de cómo los marcadores neurales pueden ser usados como predictores. También reconoce que los modelos predictivos en general no se asocian típicamente a intervenciones educativas. Más importante aún, Gabrieli reconoce que se necesitarán estudios longitudinales más amplios a fin de establecer la sensibilidad y la especificidad de estas herramientas de diagnóstico. Él podría acordar con Bishop con que estos son ejemplos interesantes de la neurociencia que podrían encontrar aplicaciones en el mundo real en las próximas décadas.

A pesar de que pueden señalarse algunas áreas de acuerdo entre los defensores y los adversarios de la NE, sigue existiendo una tensión subyacente. Esta tensión surge del hecho de que la NE es un sub-campo de la neurociencia cognitiva. En su condición de sub-campo, la NE está abierta a las críticas que se le dirigen a la neurociencia cognitiva en general. Algunos siguen siendo escépticos con relación a cómo la información neural acota o restringe la producción teórica en psicología. En Byrnes y Fox (1998) se argumenta que las teorías cognitivas deberían estar circunscriptas por lo que efectivamente sabemos sobre la estructura y la función del cerebro. Sin embargo, allí no se especifica cuáles podrían ser tales acotamientos. Stanovich (1998), en su respuesta a Byrnes y Fox, en principio no estaba en desacuerdo con la postura de estos autores; pero sí cuestionaba cuán fuertemente la neurofisiología acotaba la teorización en psicología. En el año 1998, él sentía que tales acotamientos eran bastante débiles.

Las preguntas en torno a la naturaleza y la fuerza de los acotamientos neurales en la teorización en psicología no han desaparecido. Bishop (2014) preguntó qué nos dice el aumento de la activación de la circunvolución angular izquierda acerca de los niños que están aprendiendo a leer. Si la NE es una ciencia básica, podemos admitir que identificar los correlatos neurales nada puede decirle a un educador que sea de valor para la enseñanza. No obstante, si podemos plantear la pregunta que hizo Max Coltheart en respuesta al posteo de Bishop en su blog: *“Supongamos que descubro que la circunvolución angular izquierda se activa cuando las personas leen. ¿Qué se espera que haga con esa información un psicólogo cognitivo?”*. ¿Qué clase de restricción conlleva la activación de la circunvolución angular izquierda en una teoría psicológica de la lectura? Coltheart es conocido por su escepticismo acerca del valor de la información de las neuroimágenes para la psicología cognitiva. A este respecto, el número 3 del volumen 42 de la revista *Cortex*⁶ contiene artículos que examinan el mérito de la pregunta de Coltheart y cuáles serían los modos de responderla. Los argumentos que se presentan allí posiblemente no hagan que Coltheart cambie su opinión acerca del valor de las imágenes cerebrales; pero sí logran que el lector sea más sensible a los temas en cuestión. Por otro lado, Willingham y Lloyds (2007) apuntan a ejemplos específicos en los que la información de las neuroimágenes en efecto parece ser apropiada para responder preguntas pertinentes sobre aspectos cognitivos y educativos.

Otro de los postulados acerca de los acotamientos neurales aparece en el intercambio entre Bishop y Bowers. En respuesta a Bishop, Michael Thomas también sostiene que la psicología tiene un límite en su capacidad de incidir en la educación, porque no está suficientemente influenciada por la implementación de los límites impuestos por el nivel de análisis neural en términos de qué cálculos son fáciles de realizar para el cerebro. Sin embargo, Thomas no ofrece ejemplos de esos cálculos. En respuesta a Bowers, Howard-Jones y colegas (2016) afirman que *“el modo en que el cerebro desarrolla y opera acota las explicaciones psicológicas relevantes para la educación”*. A pesar de ello, los autores tampoco citan ejemplos específicos. Sí citan a un trabajo de Mareschal y otros (2013), un manual reciente de NE, en apoyo de su afirmación, la cual propone que los capítulos en ese volumen proveen ejemplos de cuáles son esos acotamientos y cómo operan.

Podemos estar de acuerdo con que es aconsejable que en el estudio de la cognición y la educación se incluyan todos los niveles de análisis y todas las fuentes de información. Podemos concordar con Howard-Jones y otros (2016) con que los investigadores en NE admiten que el “puente” desde la neurociencia hacia la práctica educativa es indirecto y complejo. No obstante, sería conveniente tener más información sobre los sesgos, las curvas y los desvíos en esta ruta, y saber cómo los acotamientos neurales ayudan a guiar el recorrido.

La respuesta práctica a las afirmaciones sobre los acotamientos neurales ha sido para asegurar que todas las fuentes de información sean aprovechadas a fin de hacer avanzar la neurociencia cognitiva, la NE y la educación. La respuesta práctica ha sido declarar una tregua. Podría sostenerse que la implementación neural acota la cognición como otra hipótesis de trabajo de la neurociencia cognitiva; esto puede aceptarse, rechazarse o pueden buscarse mayores precisiones. Las investigaciones revelarán el poder y la utilidad de esta hipótesis de trabajo. No obstante, es esta hipótesis de trabajo heredada de la neurociencia cognitiva la que enciende el actual debate sobre la promesa a futuro de la NE.

Conclusión

En *Bridge* se presentaban un argumento negativo y dos proposiciones positivas. El argumento negativo ayudó a los educadores a reconocer la existencia y el peligro de los neuromitos. La proposición de que la psicología cognitiva ofrece una base de conocimientos con la cual mejorar los resultados educativos era cierta en el año 1997 y sigue siéndolo en la actualidad. En *Bridge* se proponía que la neurociencia cognitiva era un campo promisorio para vincular la ciencia del cerebro con la educación. La NE se ha convertido en un sub-campo de la neurociencia cognitiva humana. Como sub-campo de la neurociencia cognitiva, la NE tiene las mismas fortalezas y debilidades que su disciplina madre.

Bibliografía

- Anderson, J.R. (2002), "Spanning seven orders of magnitude: a challenge for cognitive modeling", in *Cognitive Science*, 26, pp. 85-112.
- Ansari, D. & Coch, D. (2006), "Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience", in *Trends in Cognitive Science*, 10, pp. 146-151.
- Bishop, D.V.M. (2014), "What is educational neuroscience?". Consultado en <http://deevybee.blogspot.co.uk/2014/01/what-is-educational-neuroscience.html>
- Blakemore, S.J. & Frith, U. (2000), *The Implications of Recent Developments in Neuroscience for Research on Teaching and Learning*, London, Institute of Cognitive Neuroscience.
- Blakemore, S.J. & Frith, U. (2005), "The Learning Brain: Lessons for Education", in *Developmental Science*, 8, pp. 787-796.
- Bowers, J.S. (2016), "The practical and principled problems with educational neuroscience", in *Psychological Review*, 123, pp. 600-612.
- Brown, P.C.; Roediger, H.L. & McDaniel, M.A. (2014), *Make It Stick: The Science of Successful Learning*, Cambridge (MA), Belknap Press.
- Bruer, J.T. (1994), *Schools for Thought*, Cambridge (MA), MIT Press.
- Bruer, J.T. (1997), "Education and the brain: A bridge too far", in *Educational Researcher*, 26, pp. 4-16.
- Bruer, J.T. (1999), *The Myth of the First Three Years*, New York, Free Press.
- Bruer, J.T. (2016), "Where is educational neuroscience?", in *Educational Neuroscience*, 1, pp. 1-12.
- Byrnes, J.P. & Fox, N.A. (1998), "The educational relevance of research in cognitive neuroscience", in *Educational Psychology Review*, 10, pp. 297-342.
- Coltheart, M. (2006), "What has functional neuroimaging told us about the mind (so far)?", in *Cortex*, 42, pp. 323-331.
- Dehaene, S. (1996), "The organization of brain activations in number comparison: Event related potentials and the additive factors method", in *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, pp. 47-68.
- Dehaene, S.; Piazza, M.; Pinel, P. & Cohen, L. (2003), "Three parietal circuits for number processing", in *Cognitive Neuropsychology*, 20, pp. 487-506.
- Fischer, K.W.; Daniel, D.B.; Immordino-Yang, M.H.; Stern, E.; Battro, A. & Koizumi, H. (2007), "Why Mind, Brain, and Education? Why Now?", in *Mind Brain and Education*, 1, pp. 1-2.
- Gabrieli, J.D.E. (2016), "The promise of educational neuroscience: Comment on Bowers", in *Psychological Review*, 123, pp. 613-619.
- Goswami, U. (2004), "Neuroscience and education", in *British Journal of Educational Psychology*, 74, pp. 1-14.
- Goswami, U. (2006), "Neuroscience and education: from research to practice?", in *Nature Reviews Neuroscience*, 7, pp. 406-411.
- Griffin, S. (2009), "Learning Sequences in the Acquisition of Mathematical Knowledge: Using Cognitive Developmental Theory to Inform Curriculum Design for Pre-K-6 Mathematics Education", in *Mind Brain and Education*, 3, pp. 96-107.
- Hinton, C. & Fischer, K.W. (2008), "Research Schools: Grounding Research in Educational Practice", in *Mind Brain and Education*, 2, pp. 157-160.
- Hoeft, F.; McCandliss, B.D.; Black, J.M, *et al.* (2011), "Neural systems predicting long-term outcome in dyslexia", in *PNAS*, 108 (1), pp. 361-366.
- Hoeft, F.A.M.; Hernández, A.; Juel, C.; Taylor-Hill, H.; Martindale, J.L.; Galena, G.M., *et al.* (2007), "Functional and Morphometric Brain Dissociation between Dyslexia and Reading Ability", in *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 104, pp. 4234-4239.
- Howard-Jones, P.A.; Varma, S.; Ansari, D.; Butterworth, B.; De Smedt, B.; Goswami, U., *et al.* (2016), "The

principles and practices of educational neuroscience: Comment on Bowers", in *Psychological Review*, 123, pp. 620-627.

- Immordino-Yang, M.H. (2007), "A tale of two Cases: Lessons for education from the study of two boys living with half of their brains", in *Mind Brain and Education*, 1, pp. 66-83.
- Mareschal, D.; Butterworth, B. & Tolmie, A. (eds.) (2013), *Educational Neuroscience*, Nueva York, Wiley & Sons.
- Mayer, R.E. (1998), "Does the brain have a place in educational psychology", in *Educational Psychology Review*, 10, pp. 389-396.
- McGilly, K. (ed.) (1994), *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*, Cambridge (MA), MIT Press.
- National Research Council (1999), *How People Learn: Bridging Research and Practice*, Washington D.C., National Research Council.
- OECD (2002), *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*, Paris, Organization for Economic Cooperation and Development.
- Pasquinelli, E. (2012), "Neuromyths: Why Do They Exist and Persist?", in *Mind Brain and Education*, 6, pp. 89-96.
- Petersen, S.E.; Fox, P.T.; Posner, M.I.; Mintun, M. & Raichle, M.E. (1988), "Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing", in *Nature*, 331, pp. 585-589.
- Posner, M.I. & Petersen, S.E. (1990), "The attention system of the human brain", in *Annual Review of Neuroscience*, 13, pp. 25-42.
- Posner, M.I.; Petersen, S.E.; Fox, P.T. & Raichle, M.E. (1988), "Localization of cognitive operations in the human-brain", in *Science*, 240, pp. 1627-1631.
- Shaywitz, B.A.; Shaywitz, S.E.; Pugh, K.R.; Mencl, W.E.; Fulbright, R.K.; Skudlarski, P., et al. (2002), "Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia", in *Biological Psychiatry*, 52, pp. 101-110.
- Shore, R. (1996), *Rethinking the Brain: New insights into early development*, New York, Families and Work Institute.
- Sigman, M.; Pena, M.; Goldin, A.P. & Ribeiro, S. (2014), "Neuroscience and education: prime time to build the bridge", in *Nature Neuroscience*, 17, pp. 497-502.
- Stanovich, K.E. (1998), "Cognitive neuroscience and educational psychology: What season is it?", in *Educational Psychology Review*, 10, pp. 419-426.
- Stern, E. (2005), "Pedagogy meets neuroscience", in *Science*, 310, pp. 745-745.
- Tanaka, H.; Black, J.M.; Hulme, C.; Stanley, L.M.; Kesler, S.R.; Whitfield-Gabrieli, S., et al. (2011), "The brain basis of the phonological deficit in dyslexia is independent of IQ", in *Psychological Science*, 22, pp. 1442-1451.
- Temple, E.; Deutsch, G.K.; Poldrack, R.A.; Miller, S.L.; Tallal, P.; Merzenich, M.M., et al. (2003), "Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: Evidence from functional MRI", in *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 100, pp. 2860-2865.
- Varma, S.M.; McCandliss, B.D. & Schwartz, D.L. (2008), "Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience", in *Educational Researcher*, 37, pp. 140-152.
- Weisberg, D.S.; Keil, F.C. & Goodstein, J. (2008), "The seductive allure of neuroscience explanations", in *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, pp. 470-477.
- Willingham, D.T. & Lloyd, J.W. (2007), "How Educational Theories Can Use Neuroscientific Data", in *Mind Brain and Education*, 1, pp. 140-149.

Notas

- 1 La traducción del inglés al español estuvo a cargo de Ian Barnett y Rodrigo Molina-Zavalía; y la revisión técnica fue realizada por Sebastián Lipina.
- 2 La *sinaptogénesis* es la formación de la sinapsis (i.e., aproximación funcional intercelular especializada entre neuronas). A pesar de que es un fenómeno neural que se produce durante todo el ciclo vital, durante las primeras dos décadas de vida se producen picos de formación que varían según área cerebral y momento de desarrollo (Nota de Edición).
- 3 Técnica de exploración neurofisiológica que evalúa funciones cerebrales por medio de respuestas provocadas frente a un estímulo conocido y normalizado.
- 4 En la actualidad, estos autores tienen un punto de vista diferente acerca del rol mediador de la psicología cognitiva en la NE (véase Blakemore y Frith, 2005).
- 5 Ambos intercambios son de lectura obligada para quienes están comprometidos con la NE y la investigación educativa.
- 6 <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00109452/42/3>

Resumen

En el año 1997, publiqué el artículo "Neuroscience and the Brain: A Bridge Too Far" ["La neurociencia y el cerebro: Un puente demasiado lejano"] (Bruer, 1997), sobre las implicancias de la neurociencia en la práctica y la política educativas. El campo de la neurociencia educacional (NE), tal como lo entendemos en la actualidad, no existía entonces. Los términos *neuroeducación* o *neurociencia educacional* no aparecieron en la literatura hasta aproximadamente el año 2008. Desde su publicación, aquel artículo (al cual a partir de ahora me referiré como *Bridge*) ha asumido un papel central en la literatura de la NE. Aquí reiteraré y aclararé los argumentos y propuestas hechas allí, y también comentaré de qué manera estos han resistido el paso del tiempo. Por último, comentaré acerca de su estatus en el debate actual sobre las promesas que a futuro abre la NE.

Palabras clave:

Neurociencia - Cerebro - Política Educativa - Neuromitos

Abstract

In 1997, I published the article "Neuroscience and the Brain: A Bridge Too Far" ["La neurociencia y el cerebro: Un puente demasiado lejano"] (Bruer, 1997) on the implications of neuroscience in relation to educational practices and policies. The field of educational neuroscience (EN), as we understand it today, did not exist then. The terms neuroeducation or educational neuroscience did not appear in the literature until approximately the year 2008. Since its publication, that article (which, as from now, I will refer to as Bridge) has assumed a central role in EN literature. Here I will reiterate and clarify arguments and proposals presented there, and will also comment on how they have stood the test of time. Last, I will discuss its status in the present debate over the promises that EN opens up for the future.

Key words:

Neuroscience - Brain - Educational policy - Neuromyths