

Modelo C.R.E.A: Cómo aplicar los descubrimientos de la Neurociencia para mejorar la enseñanza

Rubén Carvajal

Universidad Católica Andrés Bello

Resumen

Se presenta una propuesta didáctica inspirada en los modelos pedagógicos, diseños curriculares y planes educativos basados en la neurociencia. Para ello se discuten las más recientes tendencias en neuroeducación y las concepciones epistemológicas subyacentes a los modelos pedagógicos basados en la neurociencia. Se exponen los fundamentos de una nueva propuesta didáctica denominada C.R.E.A. (Creación, Retención, Emoción, Atención), desarrollada por el suscrito, como recurso para estimular el aprendizaje y la creatividad desde educación básica hasta universitaria. Se presentan los fundamentos teóricos del proyecto C.R.E.A. aplicado a lo largo de una década de experiencia docente en educación básica y universitaria. Del análisis de los argumentos a favor y en contra sobre la viabilidad de aplicar la neuroeducación en el aula, se encontró una tendencia creciente a favor de introducir planes de formación docente y ajustes curriculares basados en la neurociencia, con énfasis en el uso de las estrategias didácticas emocionales. Se concluye que los modelos pedagógicos basados en el conocimiento del cerebro podrían contribuir a enriquecer los procesos de aprendizaje y vislumbran la posibilidad de futuros encuentros interdisciplinarios entre educadores, psicólogos y neurocientíficos, que permitan iniciar una discusión académica sobre un tema poco debatido hasta ahora en la educación latinoamericana.

Palabras clave: neuroeducación, pedagogía, didáctica, modelo C.R.E.A.

C.R.E.A. Model: How to apply the discoveries of Neuroscience to improve teaching

Abstract

A didactic proposal based on pedagogical models, curricular designs and educational plans based on neuroscience is presented. For this, the most recent trends in neuroeducation and the epistemological conceptions underlying pedagogical models based on neuroscience are discussed. The foundations of a new didactic proposal called C.R.E.A. (Creation Retention Emotion Attention) are presented, developed by the undersigned, as a resource to stimulate learning and creativity from basic education to university. The theoretical bases of the C.R.E.A. project are presented as applied over a decade of teaching experience in basic and university education. From the analysis of the arguments for and against the feasibility of applying neuroeducation in the classroom, a growing trend was found in favor of introducing teacher training plans and curricular adjustments based on neuroscience, with emphasis on the use of Emotional didactics strategies. It is concluded that pedagogical models based on the knowledge of the brain could contribute to enrich the learning processes and envision the possibility of future interdisciplinary meetings between educators, psychologists and neuroscientists, which allow to initiate an academic discussion on a subject little discussed so far in the Latin American education.

Keywords: neuroeducation, pedagogy, teaching, C.R.E.A. model

1. Introducción

Recientemente, Progentis, una empresa Iberoamericana perteneciente al sector de tecnología educativa, y BrainCo, una compañía gestada en el laboratorio de innovación de la Universidad de Harvard, anunciaron que realizarán en Guatemala uno de los estudios de neurociencia más grandes del mundo. Este estudio permitirá, a corto plazo, conocer cómo aprenden los estudiantes del país. Se trata de un estudio único en su tipo que permitirá decodificar las señales emitidas por las ondas cerebrales electromagnéticas alfa, beta y theta, relacionadas con los estados mentales de concentración y relajación (CRN Noticias, 2019). Esta noticia muestra hasta qué punto han avanzado los intentos de aplicar los recursos de la neurociencia en el aula.

¿Qué estudia la neurociencia? El propósito principal de la neurociencia es entender cómo hace el encéfalo para producir la noción de individualidad humana -lo que hace únicas nuestras acciones- o cómo se organizan y funcionan los sistemas nerviosos para generar la conducta. La neurociencia recurre a diversas técnicas que permiten observar, en tiempo real, los procesos celulares y los mecanismos moleculares que subyacen a los afectos y a la cognición.

La neuroeducación es una disciplina que investiga los mecanismos neurales del aprendizaje, la lectura, la cognición numérica, la atención y sus dificultades concomitantes (Goswami, 2006). Ha sido definida por diversos investigadores como un campo interdisciplinario de investigación en temas afines a la educación, la psicología y la neurociencia cognitiva (Feiler y Stabio, 2018). El término neuroeducador fue acuñado por Fuller y Glendening (1985) y neurodidáctica por el catedrático de la universidad de Friburgo, Gerard Preiss (1996). Existen planes de estudio de cuarto nivel en neuroeducación en varios países, así como conferencias anuales de nivel internacional, revistas arbitradas especializadas, un creciente número de publicaciones, y programas de maestría y doctorado en diversas universidades de renombre mundial (Flobakk, 2016).

A pesar de todo lo anterior, la investigación en neurociencias aún no ha encontrado una aplicación significativa en la práctica educativa, a pesar de los grandes avances en la comprensión de los mecanismos cerebrales del aprendizaje: cómo se desarrollan las células cerebrales antes y después del nacimiento; cómo aprenden los bebés a ver, oír, hablar y caminar; cómo adquieren los niños pequeños un sentido de la moral y del conocimiento social, o cómo el cerebro adulto puede continuar aprendiendo y madurando (Blakemore y Frith, 2010).

Hay quienes creen que es tiempo de que las universidades empiecen a formar una nueva generación de neurocientíficos educativos -ya sean educadores doctorados en neurociencia o neurocientíficos doctorados en educación- que se encargue de elaborar, entre otras cosas, un nuevo diseño curricular que logre aunar los esfuerzos de tres disciplinas: educación, psicología y neurociencia, de manera de proporcionar a los educadores una serie de estrategias pedagógicas basadas en la neurociencia (Zadina, 2015).

2. Objetivos

Presentar algunas de las más recientes tendencias en neurociencia educativa, para aportar a la discusión académica en las Escuelas de Educación sobre las perspectivas de la educación del porvenir.

Discutir las concepciones epistemológicas subyacentes a los modelos pedagógicos, el diseño curricular y los planes educativos basados en la neurociencia educativa, con los argumentos a favor y en contra de la aplicación de los conocimientos y metodologías de la neurociencia en la investigación y prácticas educativas.

Exponer los fundamentos teóricos de una nueva propuesta didáctica, denominada C.R.E.A. (Creatividad desde la Retentiva Emocional Atencional), puesta en práctica por el suscrito como alternativa para estimular el aprendizaje y la creatividad en entornos educativos diversos.

3. Metodología

En la primera parte de este trabajo se presenta una breve revisión bibliográfica con criterios de investigación documental, a partir de libros y publicaciones arbitradas en revistas especializadas en neurociencia, psicología y educación. Es una investigación cualitativa y exploratoria, de un tema poco abordado en el ámbito universitario de las Escuelas de Educación.

Se seleccionaron un total de 25 artículos indizados de los siguientes temas de revistas especializadas: Psicología educativa (2), Psicología (6), Educación (6), Neurociencia (8), Neuroeducación (3). También se consultaron 6 libros en formato digital: 5 del área de Neuroeducación y 1 de Educación.

En la segunda parte se presentan los lineamientos teóricos generales de una nueva propuesta didáctica denominada C.R.E.A. que busca estimular la creatividad partiendo de un proceso de aprendizaje estimulado mediante la atención emocional.

4. Resultados

Una nueva generación de neuroeducadores

En el sistema escolar, el neuroeducador actuaría como un consultor de programas especiales. Al estar entrenado tanto en educación como en la aplicación e interpretación de pruebas neuropsicológicas, el neuroeducador sería capaz de evaluar problemas neuropsicológicos y de aprendizaje específicos, introduciendo los correctivos correspondientes en los programas de aprendizaje (Fuller y Glendening, 1985).

Este profesional tendría una doble función: no solo trabajaría con los maestros en el salón de clase para ayudarlos a entender los procesos neuropsicológicos durante el aprendizaje de cada niño, sino que lideraría proyectos de investigación en el campo de la neuroeducación. Serían pioneros en el estudio de las relaciones cerebro/conducta durante el proceso de aprendizaje.

El neuroeducador integraría temas interdisciplinarios (dificultad de aprendizaje, educación especial, psicología, neuropsicología, neurología y medicina) lo que le permitiría obtener información de diferentes profesiones e integrarla en un aprendizaje individualizado. Con los nuevos conocimientos sobre cerebro, comportamiento y aprendizaje, la necesidad del neuroeducador como integrador se volvería evidente, al aplicar la investigación y la información de varias disciplinas con el fin de facilitar un entorno de aprendizaje que produzca alumnos motivados y eficientes (Fuller y Glendening, 1985).

Para ello, habría que desarrollar nuevos enfoques curriculares para la formación de estos profesionales. La formación de los neurocientíficos educativos debería incluir prácticas de enseñanza, pero no en laboratorios especializados de las escuelas universitarias, sino en verdaderas escuelas con alumnos en situaciones de pobreza o problemáticas, con un docente que sirva de guía en el programa (Zadina, 2015).

Modelos pedagógicos basados en la neuroeducación

Existe una enorme diversidad de modelos pedagógicos. Se presentan tres modelos que me sirvieron de inspiración para diseñar el modelo C.R.E.A.: 1. Aprendizaje basado en el cerebro (Brain-Based Learning), 2. Mente, Cerebro y Educación (Mind, Brain and Education), 3. Aprendizaje socio-emocional (Social Emotional Learning).

Aprendizaje basado en el cerebro (Brain-Based Learning)

Fue desarrollado por Leslie A. Hart en New Rochelle, New York (Neve, 1985). Los principios en los que se basa son los siguientes: 1. El cerebro es social. Los seres humanos son naturalmente sociales y buscan el contacto con otros. Parte del impulso para ser social es el deseo de aprender y responder a los comportamientos observados en otros. Las personas encuentran significado en las experiencias e información cuando están en contacto con otros. Al ofrecer este tipo de actividad, las ideas se exploran juntas y se pueden modificar, transformar, confirmar o rechazar.

Cada vez que un individuo adquiere información nueva o tiene una experiencia significativa, el cerebro experimenta un cambio fisiológico conocido como plasticidad neural. Este cambio incluye pequeñas dendritas que brotan y, con el tiempo, se combinan con otras en conexiones que se llaman sinapsis. Cuando se repite un patrón o experiencia de aprendizaje particular, las sinapsis se vuelven más fuertes. Los estudiantes aprenden mejor si se les da la oportunidad de combinar la actividad física y mental juntas. Los estudiantes se aburren cuando se sientan todo el día. Todo profesor necesita hacer sus actividades de aprendizaje más activas.

La búsqueda de significado es algo inherente al cerebro humano para darle sentido a lo que experimentamos. Por eso organiza la información y las experiencias de manera que tengan sentido. Si un individuo está interesado en algo, siente la necesidad de entenderlo. Los estudiantes no siempre están entusiasmados con las clases; sin embargo, hay formas en que los maestros pueden estimularlos. Al hacer esto, despertarán el deseo innato en sus cerebros de encontrar un significado en lo que está sucediendo.

Las emociones son vitales para el aprendizaje. El aprendizaje neutro no existe. Siempre que un individuo aprende algo nuevo, hay una respuesta emocional del cerebro (Mora, 2017). Esto significa que cada decisión tiene algún tipo de emoción vinculada a ella. Esto se considera como una de las mayores implicaciones del aprendizaje basado en el cerebro. Significa que el aula es realmente un lugar emocional. Los maestros necesitan animar a los estudiantes a tener actitudes positivas. Cuando los profesores tratan a sus estudiantes con respeto, se crea un ambiente favorable que ayuda al éxito de sus estudiantes. Los profesores tienen que utilizar recursos atractivos que inviten a los estudiantes a aprender.

Mente, Cerebro y Educación (Mind, Brain and Education, MBE)

Mente, Cerebro y Educación surge como disciplina a partir de varias fuentes procedentes de diferentes naciones casi al mismo tiempo, con epicentro en la Harvard Graduate School of Education, bajo el liderazgo de Kurt Fischer, quien dirige el programa de maestría Mind, Brain and Education. Luego de esta iniciativa surge la Sociedad Internacional Mente, Cerebro y Educación (IMBES, por sus siglas en inglés) fundada en 2004. Luego, en 2007, la IMBES lanzó una revista internacional arbitrada titulada Mind, Brain and Education para publicaciones sobre investigaciones empíricas o teóricas que abarquen conjuntamente neurociencia, psicología y educación. Esta revista fue reconocida como la mejor nueva revista en ciencias sociales y humanidades en 2007 (Ansari y col., 2011).

A partir de 2010, se empezaron a publicar libros de la serie "Mente, Cerebro y Educación", por ejemplo: La nueva ciencia de la enseñanza y el aprendizaje: Cómo utilizar lo mejor de la mente, el cerebro y las ciencias de la educación en el aula (Tokuhama-Espinosa, 2010) y Las relaciones de desarrollo entre la mente, el cerebro y la educación: ensayos en honor del caso Robbie (Ferrari y Vuletic, 2010).

Actualmente, las investigaciones de Mind, Brain and Education están avanzando rápidamente en áreas altamente relevantes para la educación. Nuevas investigaciones sobre el desarrollo de la corteza

prefrontal ha llevado a estrategias de instrucción que apoyan y sirven de base para las funciones ejecutivas de los estudiantes (Van Leijenhorst y col., 2010), mientras que la investigación sobre los cambios en el ritmo circadiano durante la pubertad ha sido considerada relevante no solo para los maestros, sino también para los padres y los encargados de formular políticas (Beebe y col., 2008).

En la misma línea, también hay nuevas investigaciones neurobiológicas significativas sobre lectura, dislexia, instrucción matemática, discalculia, trastornos del espectro autista, trastornos emocionales y de comportamiento, TDAH y aprendizaje y memoria (Ansari, 2008; Baron-Cohen y col., 2005; Immordino-Yang y Damasio, 2007; Narhi y col., 2010) que muestran cómo se pueden aplicar los conocimientos y las técnicas de la neurociencia en algunos problemas comúnmente encontrados en educación.

Para Goswami (2006) es cada vez más claro que, aunque el campo de la MBE aún está en su infancia, el conocimiento de la neurociencia puede tener un efecto importante en la práctica docente. Por esta razón, un número cada vez mayor de educadores se están mostrando interesados en incorporar los nuevos hallazgos de la investigación sobre el cerebro en su práctica docente.

Aprendizaje socio-emocional (Social Emotional Learning, SEL)

El aprendizaje social emocional parte del hecho de que la enseñanza y el aprendizaje en las escuelas tienen fuertes componentes sociales, emocionales y académicos (Zins y col., 2004) y esto posee una de las mayores implicaciones del aprendizaje basado en el cerebro. Debido a que las relaciones y los procesos emocionales afectan cómo y qué aprendemos, las escuelas y las familias deben abordar eficazmente estos aspectos del proceso educativo en beneficio de todos los estudiantes (Durlak y col., 2011).

El aprendizaje social emocional supone que todos los estudiantes comienzan la escuela con un cierto nivel de habilidades sociales y emocionales para luego desarrollar sus habilidades sociales y emocionales, cosa que se da en ritmos diferentes en cada cerebro.

Algunas de las estrategias utilizadas por los programas SEL incluyen:

1. **Desafiar el pensamiento:** los pensamientos influyen en los sentimientos. Los estudiantes que son más resilientes suelen tener más éxito académico, porque se recuperan más rápido, son conscientes de sus pensamientos, comprenden sus creencias y, lo que es más importante, pueden desafiar sus creencias y pensamientos para crear resultados más positivos.

2. **Persistencia y determinación.** Un aspecto realmente importante del bienestar es la capacidad de lograr cosas en la vida. Muchos estudiantes se esfuerzan por mejorar de alguna manera, ya sea que estén buscando dominar una habilidad, lograr un objetivo valioso o ganar en algún evento competitivo. Otros estudiantes necesitan un poco de entrenamiento en esta área. Enseñar a los estudiantes a lograr cosas requiere esfuerzo, paciencia y perseverancia. Elogiar su esfuerzo es fundamental en esta área de SEL.

3. **Empatía:** saber escuchar y sorprenderse. Para tener estas relaciones positivas, necesitamos tener empatía. Los maestros tienen la posibilidad para modelar la empatía, alentando a los alumnos a escuchar a los demás, pidiéndoles que se sorprendan y que intenten comprender cómo se sentirán los demás alumnos.

4. **Gratitud y alegría.** Un aspecto realmente importante del bienestar es la gratitud. Quienes expresan gratitud regularmente tienen menos estrés. Lo que es más importante para el SEL es que el aprendizaje sea divertido e incluya aspectos lúdicos.

Enfoques epistemológicos sobre la neurociencia educativa

Cualquier rediseño curricular requiere de un basamento teórico. Los que se propongan para definir la neurociencia educativa pueden abordarse desde tres enfoques epistemológicos, según inferencia que hago a partir del meta-análisis de Feiler y Stabio (2018) quienes revisaron 64 artículos sobre neurociencia educativa, basados en sus elementos comunes y concluyeron que existen tres formas de entender la neuroeducación: 1. Como una manera de aplicar la neurociencia a la educación, 2. Como una interdisciplina formada de la conjunción entre la neurociencia, la psicología y la educación, 3. Como un puente de comunicación entre neurociencia y educación (Figura 1).

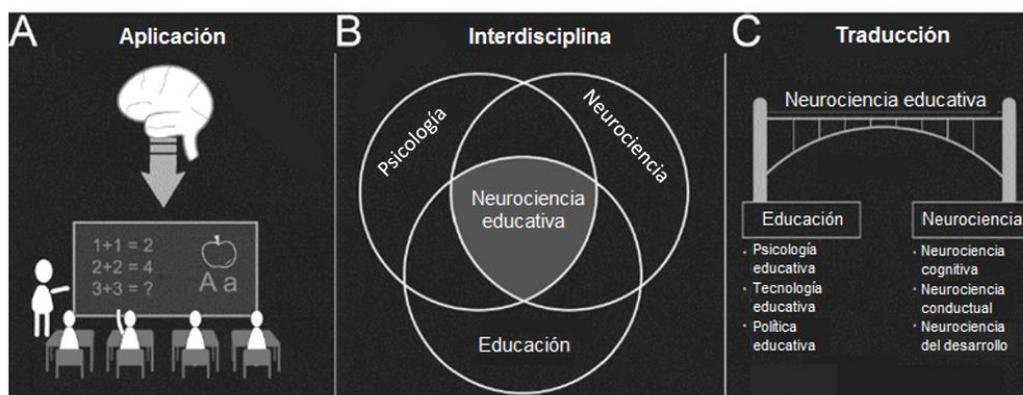


Figura 1. Los tres enfoques más frecuentes para definir la neuroeducación (Adaptado de Feiler y Stabio, 2018).

En el primer enfoque, al que llamaré aplicativo, el objetivo principal sería la aplicación en el aula de los descubrimientos sobre el cerebro o la información de los hallazgos novedosos de la neurociencia que sean de utilidad para la enseñanza. Según este enfoque, la neurociencia educativa sería algo diferente a otras disciplinas cercanas como la neurociencia cognitiva, ya que va más allá de las ciencias básicas y sociales. Su impacto no está solo en los descubrimientos realizados, sino en su potencial para mejorar las prácticas educativas.

Las aplicaciones de la neurociencia en el aula incluirían: lectura, lenguaje, aritmética, atención y memoria, así como el efecto de la emoción, el estrés y el sueño en la neuroplasticidad. Y aunque un profesor no pueda ver cuándo y dónde se activa el cerebro de un alumno mientras realiza cálculos aritméticos con su memoria de trabajo, sin embargo, las conclusiones extraídas de los estudios en neurociencia pueden aplicarse estratégicamente en el aula si los maestros desarrollan habilidades en los estudiantes para ayudarlos a mejorar la memoria de trabajo y la atención en paralelo a las lecciones de aritmética.

Hay otro grupo de autores que definen la neurociencia educativa como un campo de "colaboración interdisciplinaria" de tipo sinérgico en la que el todo es mayor que la suma de las partes. Gráficamente, sería el intersepto de tres conjuntos de conocimientos: la neurociencia, la psicología y la educación (Figura 1).

Un tercer enfoque surge al analizar las definiciones y declaraciones de misión de la neurociencia educativa como una disciplina que se encargaría de la traducción de las jergas, los paradigmas de

pensamiento y los métodos que, históricamente, han pertenecido a ambas disciplinas. Estos autores sostienen que los campos de la neurociencia y la educación son distintos, pero que la neurociencia educativa puede ayudar a traducir los conceptos utilizados entre los campos, tal como lo haría un intérprete profesional. Estos autores a menudo incluyen expresiones metafóricas como carreteras, puentes y calles de doble sentido e incluyen palabras o frases clave: traducir, puente, vía de doble sentido, transferencia y bidireccional.

Willingham (2009) tiene un enfoque epistemológico aplicativo que se aprecia cuando describe las diferencias entre neurociencia y educación: por un lado está la neurociencia, que como todas las ciencias naturales, es descriptiva; su objetivo es descubrir principios que describan la estructura y la función neuronales y al hacerlo poner orden y comprensibilidad a los datos. La educación, al igual que el urbanismo y la ingeniería, es una ciencia artificial, y por tanto es normativa; su objetivo no es la descripción del mundo natural tal como existe, sino la creación de un artefacto, diseñado para servir a un objetivo específico, dentro de un entorno particular. El artefacto que se crea en educación es el conjunto de estrategias y materiales pedagógicos.

¿Cómo se relacionan las ciencias naturales y artificiales? Las ciencias naturales informan a las ciencias artificiales. A un educador que diseñe una estrategia pedagógica le convendría utilizar el conocimiento sobre cómo los humanos aprenden, atienden, entienden el lenguaje, se fatigan, resuelven las demandas cognitivas en conflicto, regulan las emociones, se motivan, se comportan en grupos, responden a la autoridad, etc. Tal pareciera que la neurociencia estaría bien posicionada para proporcionar parte de esta información al educador. Es lo que llamaré un enfoque epistemológico aplicativo.

Este enfoque presenta tres problemas: en primer lugar, las ciencias artificiales están impulsadas por objetivos, algunos para los cuales las ciencias naturales no pueden aportar nada. Por ejemplo, las metas para la educación de los niños a menudo incluyen objetivos para que desarrollen un sentido estético. Willingham (2009) piensa que la neurociencia nunca podrá proporcionar una solución prescriptiva y llama a esto el "problema de las metas".

El segundo problema es de los niveles de análisis. El nivel superior empleado por los neurocientíficos relaciona el mapa de estructura y actividad cerebrales con ciertas funciones cognitivas (por ejemplo, memoria, atención) o con interacciones de funciones (por ejemplo, el impacto de la emoción en el aprendizaje). Los neurocientíficos estudian estas funciones cognitivas de forma aislada por razones de simplicidad. No estudian todo el sistema nervioso trabajando en conjunto con todas las interacciones concomitantes entre los componentes.

Para los educadores, la mente de un solo niño es el nivel de análisis más bajo y los niveles más altos incluyen el aula, la escuela, el vecindario y el país. La información que los investigadores en educación importan de la neurociencia incluyen generalmente un proceso cognitivo específico, ya que las interacciones con otros sistemas forman parte del contexto educativo. El docente sabe que la repetición beneficia a la memoria, pero no puede pedir a los alumnos que repitan el trabajo sin tomar en cuenta el impacto en la motivación. Los neurocientíficos no suelen tomar en cuenta estas interacciones. Willingham (2009) llama a esto el "problema vertical".

El tercer problema tiene que ver con la manera de traducir los contenidos de los dos campos. La teoría y los datos educativos son puramente conductuales. La teoría y los datos neurocientíficos adoptan muchas formas, porque el sistema nervioso tiene muchas características: eléctrica, química, espacial, temporal, etc. Los datos que se reclutan con mayor frecuencia para la educación son aquellos que mapean espacialmente los procesos cognitivos humanos y las representaciones en el cerebro. ¿Cómo se aplican realmente los datos sobre la localización de la función a las teorías puramente conductuales? Por ejemplo, cómo aplicar en educación el dato de que el surco intraparietal contribuye al sentido numérico en la aritmética. Willingham (2009) llama a esto el "problema horizontal".

Hruby (2012) propone un enfoque epistemológico aplicativo con visos de interdisciplinariedad cuando sugiere que la neuroeducación puede posicionarse en educación si consigue alcanzar: la coherencia intelectual, la información compartida con experiencia académica y el compromiso ético con las obligaciones compartidas dentro de la investigación educativa en general.

La coherencia intelectual se refiere a la precisión en la definición de los términos técnicos para que diversos académicos y profesionales puedan comunicar sus hallazgos e ideas consistentemente a través de ambos campos.

La información compartida tiene que ver con que los neurocientíficos educativos necesitan tener una amplia y centrada experiencia tanto en neurociencias como en los procesos educativos de enseñanza y aprendizaje en aulas. Además, se requiere el respeto por la experiencia de otros en esta empresa híbrida y colaborativa.

La neurociencia educativa debe tomar en serio las preocupaciones y compromisos morales y éticos de los profesionales de la educación y de los investigadores de la educación. Esto significa mantener un ojo vigilante para preservar la integridad de los hallazgos empíricos y teóricos contra el mal uso retórico por parte de publicistas educativos y responsables políticos dirigidos al público en general.

Hruby (2012) concluye que la neurociencia educativa es más que un mosaico híbrido de intereses individuales que constituyen un área de estudio, y tal vez esté lista

5.El modelo C.R.E.A.

Mi experiencia docente se inició en 2009 en educación básica y universitaria. Mi formación previa como científico fue fundamentalmente en investigación, en las áreas de química, bioquímica y neurofisiología. Mi formación pedagógica posterior me ha dado herramientas para mejorar mi desempeño docente. Sin embargo, los aportes más eficaces para mejorar mis estrategias didácticas han provenido del conocimiento previo sobre el funcionamiento del cerebro, obtenido en mi formación en Fisiología y Neurociencia afectiva.

El modelo C.R.E.A. es el resultado de una década de estudios sobre la aplicabilidad de la neurociencia en nuevos campos, en particular aquellos que exploran los basamentos neuronales de la conducta, la mente y la consciencia humana. Estos se han visto muy influidos por las investigaciones sobre los circuitos cerebrales emocionales involucrados en el proceso de toma de decisiones en contextos sociales (Bechara y Damasio, 2005; Damasio, 1999, 2001, 2003; Ledoux, 1997).

C.R.E.A. es el acrónimo que he propuesto para englobar cuatro términos clave de este modelo didáctico: Creación, Retención, Emoción, Atención. La razón de escoger estos 4 términos es la siguiente: la educación debería buscar como objetivo último estimular la Creatividad (C) ya que esta es un elemento fundamental para la resolución de problemas, la innovación, el emprendimiento y la generación de bienes y servicios para el crecimiento económico y la transformación social de un país. Estimular la creatividad supone enseñar a aplicar los saberes aprendidos (R) en contextos nuevos y complejos (enseñar a pensar), lo que requiere del uso de la inteligencia en la resolución de problemas -de cualquier orden- en el área de desempeño profesional.

Este modelo parte de la concepción central de que el proceso de consolidar e internalizar los conocimientos, competencias, valores y destrezas puede ser más efectivo si se aplican estrategias didácticas emocionales (E) que ayuden a mejorar o incluso despertar la atención (A), por la vía de estrategias motivacionales que generen y despierten la curiosidad y la participación, mediante las expectativas positivas y las recompensas del saber por el saber mismo, que permitan valorar la investigación y el interés por el estudio y el conocimiento.

En entornos sociales desmotivados por crisis económicas, sociales, políticas y familiares esta estrategia ha sido particularmente efectiva en mi propia experiencia docente, a lo largo de esta última década particularmente conflictiva. La intención es lograr que el aula, el laboratorio y su entorno se vuelvan lo suficientemente motivadores como para disipar en la medida de lo posible los efectos adversos de una dinámica diaria desalentadora y alcanzar los aprendizajes y, mejor aún, los aportes creativos de los educandos.

La figura 2 resume las interrelaciones de diferentes elementos cognitivos y metacognitivos del modelo didáctico C.R.E.A. aquí propuesto.

Algunos de los fundamentos teóricos en los que se basa cada uno de los cuatro elementos centrales de esta propuesta, de gran ayuda para mejorar mis estrategias didácticas, fueron los siguientes:

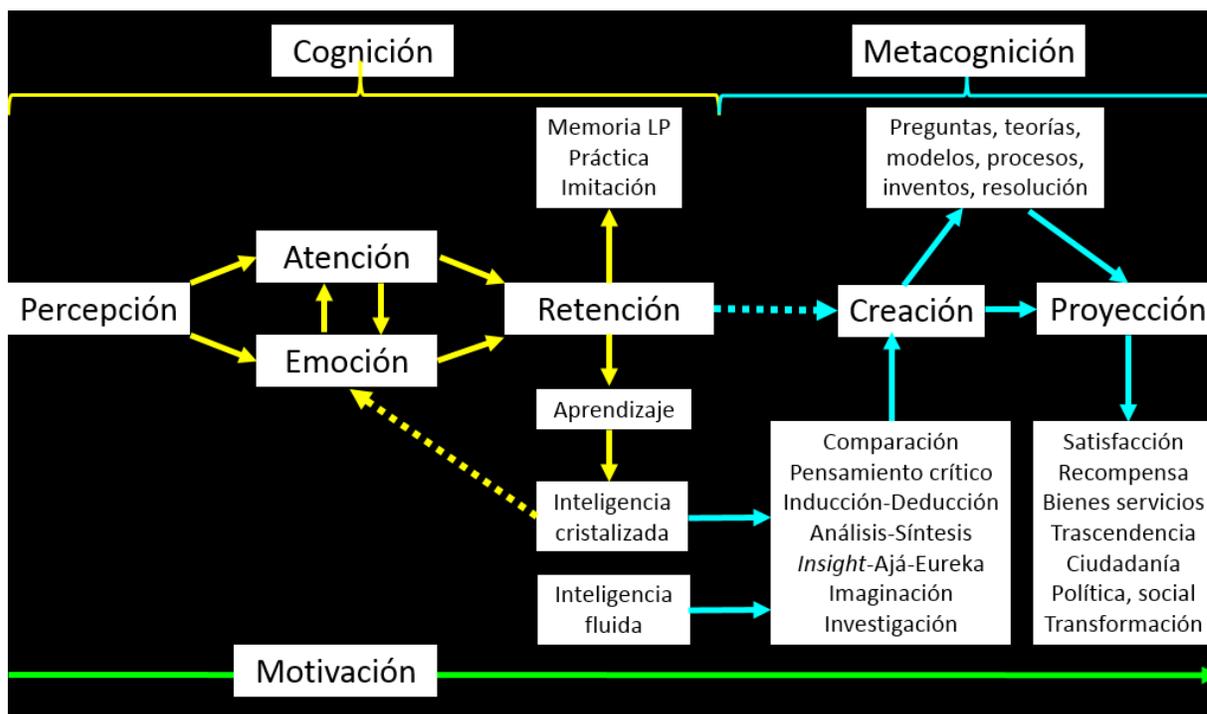


Figura 2. Elementos constitutivos del modelo C.R.E.A. (Elaboración propia).

1. Atención. El conocimiento del funcionamiento de las neuronas espejo fue fundamental en el diseño de mis estrategias didácticas. Si bien conocía algo la teoría del aprendizaje vicario de Albert Bandura (1966) y su relación con el aprendizaje por imitación, el hecho de haber conocido las investigaciones sobre las neuronas espejo (Rizzolatti y col., 1996; Rizzolatti y Craighero, 2004) –que abarcan regiones cerebrales tanto del área motora como del sistema límbico- fue crucial para una nueva forma de entender la docencia. Ya pasaba a un segundo plano aquello de “por favor, presten atención”. Ahora yo, como docente, era quien tenía que prestar atención a las señales emocionales de los estudiantes y entender que todo lo que hiciera en clase era repetido inconscientemente por las neuronas espejo de quienes me veían y escuchaban. El papel del modelaje docente tenía ahora un basamento neuronal. Si estaba de buen humor eso lo podía observar por las respuestas de las neuronas espejo de los estudiantes, así como si estaba tenso o preocupado. El ambiente positivo y de atención en el aula es en buena parte responsabilidad del docente.

2. Emoción. Las emociones sirven para almacenar y recordar de forma más efectiva cualquier información. Y si son positivas, mejor. La alegría es un estado de ánimo que nos mueve a hacer cosas: despierta la curiosidad, permite focalizar la atención, facilita la asociación de eventos y sucesos.

La emoción debería estar en el epicentro de cualquier enseñanza porque es “el vehículo que transporta las palabras y su significado. Sin emoción no hay significado, y sin significado no se puede aprender nada” (Mora, 2017). Si la emoción se maneja adecuadamente hace despertar la curiosidad y la atención. Y con ello, el entendimiento apropiado de esas palabras. Y eso vale tanto para las humanidades como para las ciencias y las matemáticas.

Mi experiencia docente me ha permitido confirmar lo que tantas veces se ha dicho: que nadie podrá aprender nada si no (se) le motiva. La motivación, intrínseca o extrínseca (contagiada por la pasión del docente), logra despertar la curiosidad, una habilidad que le permite al cerebro detectar lo que es diferente en la monotonía diaria.

Se presta atención a todo aquello que sobresale. La búsqueda y adquisición de información y conocimiento puede activar los mismos circuitos neuronales de recompensa y placer que se activan con la búsqueda de agua, alimentos o sexo. Por eso Mora (2017) insiste en que hay que encender una emoción en los alumnos, porque ello ayuda a que se consoliden los procesos de aprendizaje y memoria.

Por contrapartida, las emociones negativas como el miedo, producto de las amenazas, hacen que las glándulas suprarrenales secreten altas concentraciones de cortisol (distrés) que pueden inhibir la cognición. Existe una relación entre los niveles de cortisol y la cognición según la cual niveles muy bajos o muy altos de esta hormona afectan el desempeño cognitivo, mientras que unas concentraciones moderadas de cortisol (eustrés) facilitan la adquisición y la retención de recuerdos. Estas relaciones se han confirmado experimentalmente en humanos y roedores (Mateo, 2008).

3. Retención. Esto incluye los mecanismos neuronales mediante los cuales se consolida la memoria y el aprendizaje. En realidad, no hay aprendizaje sin memoria. No se puede desarrollar el aprendizaje sin entrenar la memoria, proceso por el cual el conocimiento es codificado, almacenado y posteriormente recuperado

Los experimentos de Eric Kandel (2000) me permitieron entender con claridad los mecanismos neuroquímicos subyacentes al aprendizaje. Kandel descubrió cómo se puede modificar la eficacia de la sinapsis y qué mecanismos moleculares participan. Utilizando como modelo experimental al sistema nervioso de una babosa de mar demostró cómo los cambios en la función sináptica son claves para el aprendizaje y la memoria. La activación de ciertas proteínas receptoras en las sinapsis desempeña una función importante en la generación de memorias de corto y largo plazo. La memoria a largo plazo puede conducir a alteraciones en la forma y función de la sinapsis. Con esto se relacionan otros procesos como la habituación y la plasticidad neuronal, fundamentales para entender la importancia de la repetición y el uso de múltiples vías sensoriales para reforzar y consolidar el aprendizaje.

Sabemos que enseñar algo nuevo demasiado pronto interrumpe la consolidación del aprendizaje previo. Lo que aún no sabemos es cuánto tiempo se necesita para la consolidación; por lo tanto, debemos ser cautelosos al especificar las duraciones de tiempo entre la introducción de conceptos o habilidades.

Es útil tener en cuenta lo que nos dice la neurociencia sobre la consolidación de la memoria al diseñar una instrucción. Por ejemplo, al elaborar las estrategias en la escuela se debería permitir a los estudiantes el tiempo necesario para procesar la información más a fondo, para aumentar la fortaleza del aprendizaje, teniendo en cuenta que este tipo de estrategias permiten que se lleve a cabo la consolidación de la memoria (Wolfe, 2001).

4. Creación. ¿Se puede enseñar la creatividad? ¿De dónde viene la creatividad? ¿Algunas personas nacen con ella o proviene de nuestra experiencia?

Un estudio de investigación longitudinal midió la creatividad de 1.600 niños de 5 años inscritos en un programa Head Start (<https://www.acf.hhs.gov/ohs>) con la misma prueba de creatividad usada por la NASA para ayudar a seleccionar ingenieros y científicos innovadores. La prueba se repitió a los mismos niños cuando tenían 10 años de edad, y nuevamente a los 15 años de edad. Los resultados arrojaron los siguientes índices porcentuales de creatividad: en niños de 5 años: 98%; en los mismos niños a los 10 años: 30%; en los mismos niños a los 15 años: 12%; al aplicar la misma prueba a 280.000 adultos: 2% (Land y Jarman, 1998)

Land y Jarman concluyeron que "el comportamiento no creativo se aprende". Pero ¿por qué los adultos no son tan creativos como los niños? Land sostiene que la creatividad ha sido sepultada por innumerables reglas y regulaciones. Nuestro sistema educativo fue diseñado durante la Revolución Industrial hace más de 200 años para entrenarnos a ser buenos trabajadores y seguir las instrucciones. ¿Puede enseñarse la creatividad? Land sostiene que sí, que las habilidades para la creatividad se pueden aprender. No con una conferencia, sino aprendiendo a aplicar procesos de pensamiento creativo.

Un examen de los factores que contribuyen a la efectividad relativa de los programas de entrenamiento para el desarrollo de la creatividad indicó que los programas más exitosos se enfocaban en el desarrollo de habilidades cognitivas y la heurística involucrada en la aplicación de habilidades, usando ejercicios realistas apropiados al dominio en cuestión. Las implicaciones de estas observaciones para el desarrollo de la creatividad a través de intervenciones educativas y de capacitación se siguen discutiendo hoy día junto con las instrucciones para futuras investigaciones (Scott, Leritz y Mumford, 2004).

En mi experiencia docente siempre he procurado tener en cuenta estos criterios, ya que sé que al cerebro humano le gustan los retos, resolver problemas, involucrarse en tareas que generen la recompensa de encontrar una solución. He aprendido a incluir siempre actividades de resolución de problemas, innovación o creatividad en las evaluaciones que realizo, así sea un examen de selección, una actividad práctica o un seminario. En las asignaturas que he impartido, tanto en educación básica como universitaria, los estudiantes elaboran un pequeño proyecto final donde apliquen lo aprendido en el curso. Estoy convencido que esa es la parte del curso que disfrutan más porque son el resultado de su creatividad, cada uno con su propio sello personal.

Conclusiones

Tal como cualquier otro campo emergente, la neurociencia educativa ha generado una serie floreciente de debates y argumentos sobre su eficacia en todos los casos donde se han propuesto o desarrollado programas curriculares en neurociencia educativa (Flobakk, 2016).

La implementación de nuevos modelos pedagógicos y diseños curriculares basados en la neurociencia educativa es parte de un proceso que sigue estando en discusión. Su viabilidad en ciertos casos estará sujeta a los resultados de este debate. Es la intención de esta ponencia iniciar una reflexión en el ámbito educativo venezolano en un tema que despierta cada vez mayor interés en muchos docentes.

Quienes objetan la viabilidad de la aplicación de la neurociencia en educación sostienen alguno de los siguientes argumentos: 1. que el campo está mejor abordado por psicólogos educativos y cognitivos; 2. que la conexión entre la neurociencia y la educación es demasiado débil; 3. que el campo está minado por neuromitos.

La psicología cognitiva, según la Asociación Americana de Psicología (APA), utiliza métodos experimentales para estudiar los procesos mentales (por ejemplo, el aprendizaje) con el objetivo de modificar el comportamiento. De manera similar, la APA define la psicología educativa como un campo que utiliza las teorías del desarrollo para estudiar cómo aprenden las personas, con el objetivo de influir

en la instrucción. Una crítica a la neurociencia educativa es que busca establecer un campo y responder preguntas que los psicólogos abordan mejor (o que ya han abordado) (Bowers, 2016).

Según Bowers (2016) tanto la psicología cognitiva como la psicología educativa generan datos sobre el comportamiento que pueden influir en la reforma educativa. Las mediciones conductuales sobre el rendimiento del aprendizaje, que se pueden recopilar mediante métodos psicológicos bien establecidos, son los resultados más importantes para evaluar la efectividad de la instrucción, mientras que los cambios cerebrales observados no necesariamente tienen relevancia en el comportamiento.

Quienes refutan a Bowers (Howard-Jones y col., 2016) afirman que subestima el alcance de la investigación en neurociencia educativa y la complejidad de la investigación interdisciplinaria que abarca desde centros de neuroimagen hasta laboratorios psicológicos y aulas. Hay tres puntos principales que desafían las críticas de Bowers. En primer lugar, Bowers no proporciona información sobre las deficiencias de la investigación conductual ni cómo otros enfoques experimentales pueden reforzar las investigaciones conductuales. En segundo lugar, la neurociencia educativa no pretende competir con la psicología, sino colaborar con ella. La neurociencia educativa no puede existir sin la investigación del comportamiento; el campo de la neurociencia cognitiva ya es un ejemplo de cómo la neurociencia y la psicología pueden complementarse entre sí.

Finalmente, Howard-Jones y colaboradores (2016) explican cómo el debate es realmente un malentendido de los términos, más específicamente debido a las diferentes definiciones que existen de neurociencia educativa. Los argumentos de Bowers (2016) se basan en una definición incompleta: que el único objetivo de la neurociencia educativa es mejorar la enseñanza de los maestros a través de nuevos métodos de instrucción. La falla aquí es que la neurociencia educativa busca hacer algo más que desarrollar métodos de enseñanza novedosos: también está posicionada para proporcionar una manera de mejorar los resultados de los estudiantes y conducir a nuevos descubrimientos sobre el cerebro y el aprendizaje.

Si la neurociencia educativa se restringe a una definición que solo incluye estudios de comportamiento de los métodos de enseñanza (por ejemplo, fonética), entonces no hay necesidad de un campo interdisciplinario; sin embargo, si la neurociencia educativa se define de manera que incorpore el trabajo interdisciplinario y la traducción entre jergas, entonces el argumento de Bowers se queda corto porque descuida la idea de que los datos de neuroimagen de la instrucción fonética permiten a los investigadores mirar dentro del cerebro en áreas de interés y comprender cómo un estudiante puede realmente aprender a través de una herramienta novedosa. Por lo tanto, los argumentos de Bowers son comprensibles, pero se colapsan cuando se aplica una definición más amplia de neurociencia educativa.

Esperemos que en Venezuela podamos dar un debate entre psicólogos, educadores y neurocientíficos que permita explorar coincidencias en pro del mejoramiento de la enseñanza y el rendimiento académico. La eventualidad de acuerdos mínimos para impulsar esta interdisciplina también podría permitir desarrollar líneas de investigación conjuntas, un hecho que es la característica común desde hace años en la investigación en ciencias sociales y naturales a nivel mundial.

Referencias bibliográficas

- Ansari D, De Smedt B. y Grabner R. (2011). Neuroeducation – A Critical Overview of an Emerging Field. *Neuroethics*, June 22, Volume 5, Issue 2, pp 105–117.
- Ansari, D. (2008). Effects of development and enculturation on number representation in the brain. *Nature Reviews. Neuroscience* 9(4): 278–291.
- Bandura, A., & Rosenthal, T. L. (1966). Vicarious classical conditioning as a function of arousal level. *Journal of Personality and Social Psychology*, 3, 54–62.

- Baron-Cohen S, Knickmeyer RC, Belmonte MK. (2005). Sex differences in the brain: implications for explaining autism. *Science*. 2005 Nov 4;310(5749):819-23.
- Bechara, A and Damasio, AR (2005). The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision. *Games and Economic Behavior*. Volume 52, Issue 2, August, Pages 336-372.
- Beebe DW¹, Fallone G, Godiwala N, Flanigan M, Martin D, Schaffner L, Amin R. (2008). Feasibility and behavioral effects of an at-home multi-night sleep restriction protocol for adolescents. *J Child Psychol Psychiatry*. Sep;49(9):915-23.
- Blakemore, S.J. y Frith, U. (2010). *Cómo aprende el cerebro, Las claves para la educación*. Barcelona: Ariel.
- Bowers JS (2016). Psychology, not educational neuroscience, is the way forward for improving educational outcomes for all children: Reply to Gabrieli (2016) and Howard-Jones et al. (2016). *Psychol Rev*. Oct;123(5):628-35.
- Carew T.J., Magsamen S.H. (2010) *Neuroscience and Education: An Ideal Partnership for Producing Evidence-Based Solutions to Guide 21st Century Learning*, *Neuron* 67(5) (2010) 685-688.
- CRN Noticias (2019). Progrentis y BrainCo realizarán en Guatemala uno de los estudios de neurociencia más grandes del mundo. CRN Noticias Tecnología. <https://crnnoticias.com/progrentis-y-brainco-realizaran-en-guatemala-uno-de-los-estudios-de-neurociencia-mas-grandes-del-mundo/>
- Damasio, A. (2001). *El error de Descartes*. Barcelona: Crítica.
- Damasio, A. (2003). *Looking for Spinoza. Joy, Sorrow and the Feeling Brain*. New York: Harcourt.
- Damasio, A. (1999). *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness*. New York: Harvest.
- Durlak JA, Weissberg RP, Dymnicki AB, Taylor RD y Schellinger KB (2011). The Impact of Enhancing Students' Social and Emotional Learning: A Meta-Analysis of School-Based Universal Interventions. *Child Development*, January/February, Volume 82, Number 1, Pages 405-432.
- Feiler, J.B. y Stabio, M.E. (2018). Three pillars of educational neuroscience from three decades of literature. *Trends in Neuroscience and Education*, Volume 13, December, Pages 17-25.
- Ferrari M. and Vuletic L. (2010). Development and Its Relation to Mind, Brain, and Education: Continuing the Work of Robbie Case. In book: *The Developmental Relations among Mind, Brain and Education*. DOI: 10.1007/978-90-481-3666-7_14.
- Flobakk, F.R. (2016). Educational Neuroscience and Reconsideration of Educational Research. *Pedagogika*, 2016, 66(6), 654-671.
- Fuller, J.K. y Glendening, J.G. (1985). The neuroeducator: Professional of the future, *Theory Into Practice*, 24:2, 135-137.
- Geake, J. (2008). Neuromythologies in education. *Educational Research*, Vol. 50, No. 2, June, 123-133.
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*. 7 (5): 406-411.
- Howard-Jones P.A., Varma S., Ansari D., Butterworth B., De Smedt B., Goswami U., Laurillard D., Thomas M.S. (2016). The principles and practices of educational neuroscience: Comment on Bowers (2016). *Psychol Rev*. 2016 Oct;123(5):620-7.

- Howard-Jones PA. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nat Rev Neurosci*. Dec;15(12):817-24. doi: 10.1038/nrn3817.
- Hruby, G.G. (2012). Three requirements for justifying an educational neuroscience. *Br J Educ Psychol*. Mar; 82(1):1-23.
- Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education*, 1, 3–10.
- Kandel, ER (2000). The Molecular Biology of Memory Storage: A Dialog between Genes and Synapses. Nobel Lecture at hall Adam, Karolinska Institutet. https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2000/kandel-lecture.pdf
- Kalbfleisch, M. L., & Gillmarten, C. (2013). Left brain vs. right brain: Findings on visual spatial capacities and the functional neurology of giftedness. *Roeper Review: A Journal on Gifted Education*, 35(4), 265-275.
- Land, G. y Jarman, B. (1998). *Breakpoint and Beyond: Mastering the Future Today*. San Francisco: HarperBusiness.
- Ledoux, Joseph (1997). *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. New York: Touchtone.
- Lilienfeld, S. O., Ammirati, R., and David, M. (2012). Distinguishing science from pseudoscience in school psychology: science and scientific thinking as safeguards against human error. *J. Sch. Psychol*. 50, 7–36.
- Mateo, JM (2008). Inverted-U shape relationship between cortisol and learning in ground squirrels. *Neurobiol Learn Mem*. 2008 May; 89(4): 582–590.
- Mora, F. (2017). *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial.
- Närhi V1, Lehto-Salo P, Ahonen T, Marttunen M. (2010). Neuropsychological subgroups of adolescents with conduct disorder. *Scand J Psychol*. Jun 1;51(3):278-84.
- Neve, C.D. (1985). Brain compatible learning succeeds. *Educational Leadership*, 43, 83-45.
- OECD (2002). *Understanding The Brain: Towards a New Learning Science*, Organization for Economic Co-operation and Development.
- Rizzolatti G, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cogn Brain Res* 1996; 3:131–141.
- Rizzolatti G, Craighero L. The mirror neuron system. *Annu Rev Neurosci* 2004; 27:169–192.
- SfN - Society for Neuroscience (2009). *The Promise of Interdisciplinary Partnerships Between Brain Sciences and Education*. Neuroscience Research in Education Summit. June 22-24. University of California, Irvine.
- Tokuhamma-Espinosa, T. (2010). La ciencia en el arte de enseñar: Cómo utilizar lo mejor de la mente, el cerebro y las ciencias de la educación en el aula. Editorial Mind, Brain and Education.
- Van Leijenhorst L, Zanolie K, Van Meel CS, Westenberg PM, Rombouts SA, Crone EA. (2010). What motivates the adolescent? Brain regions mediating reward sensitivity across adolescence. *Cereb Cortex*. 2010 Jan;20(1):61-9.
- Willingham, D.T. (2009). Three problems in the marriage of neuroscience and education. *Cortex*. 2009 Apr; 45(4):544-5.

- Wolfe, P. (2001). *Brain Matters: Translating Research into Classroom Practice*. 2nd Edition. Alexandria: ASDC.
- Zadina, J.N. (2015). The emerging role of educational neuroscience in education reform. *Psicología Educativa*. 21, 71-77.
- Zins, J. E., Weissberg, R. P., Wang, M. C., & Walberg, H.J. (Eds.). (2004). *Building academic success on social and emotional learning: What does the research say?* New York: Teachers College Press.