



# Congreso Internacional de Educaciones, Pedagogías y Didácticas

## Pedagogías críticas latinoamericanas

Tunja - Boyacá

# 2020

Del 6 al 9 de octubre

Experiencias de maestras y maestros

## **FUNDAMENTOS Y CONCEPCIONES DE NEUROCIENCIAS DE DOCENTES EN EJERCICIO**

### **Autores:**

**Molina Valencia, Ricardo**

**Torres Merchán, Nidia Yaneth**

**Pineda Caro, Diana Yicela**

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

### **Correo electrónico:**

[ricardo.molina01@uptc.edu.co](mailto:ricardo.molina01@uptc.edu.co), [nidia.torres@uptc.edu.co](mailto:nidia.torres@uptc.edu.co),

[diana.pineda01@uptc.edu.co](mailto:diana.pineda01@uptc.edu.co)

**Eje temático:** Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente

**Resumen:** Durante el siglo XX la Pedagogía y la Didáctica se fundamentaron en la Psicología Conductista que propuso que se podían medir científicamente los objetivos (estímulos) y los resultados (conducta, aprendizaje) del proceso educativo, pero los procesos cerebrales permanecían dentro de una caja negra. Desde las últimas cuatro décadas del siglo se desarrolló la neurociencia, la neuropsicología y la neurociencia cognitiva que poco a poco vienen develando los misterios de los procesos mentales. Los avances de "La Década del Cerebro 1990-2000" permitieron proponer desde 2004 a la Neurociencia Educativa - disciplina en pleno desarrollo-, como uno más de los fundamentos científicos de la Pedagogía. Este trabajo presenta, en primer lugar, los referentes neurobiológicos y neurocognitivos aplicables al aula escolar, que al día de hoy se conocen y, cuya aplicación adecuada permitirán en el Siglo XXI mejorar el

bienestar del ser humano y la calidad de la educación. En segundo lugar, se presentan algunas concepciones de neurociencias en docentes en ejercicio que analizadas críticamente permiten, en tercer lugar, hacer algunas propuestas para mejorar la formación de maestras y maestros en los pre-gradados y post-gradados de la carrera docente.

**Abstract:** In the 20th. Century, Psychological behaviorism proposed means and results of educational processes. Neurological biology was submerged into a "black box", because brain processes were not accessible to scientific measurement. Through the last four decades of 20th. Century neurological knowledge was developed and neuropsychology and cognitive neuroscience revealed brain-secrets about the mind. The progress obtained about the brain during The Decade Brain, 1990-2000, allowed to propose since 2004 the birth of Educational Neuroscience as a new pedagogic discipline. Three are the objectives of this paper: 1st. Propose neurobiological and neurocognitive knowledge needed by teachers in order to obtain better education and human being; 2nd. Recognize the association home-school-society as a mean to obtain happy and ethical people and, 3rd. some conceptions of teachers about Educational Neuroscience were studied in order to propose inclusion in teachers education of Neuroscience in Education Sciences and Pedagogy.

**Palabras clave:** ciencias de la educación, neurociencia educativa, pedagogía, formación de docentes.

## **Introducción**

*..... jamás sabremos de dónde nos viene el Saber*

*entre tantas posibles fuentes:*

*ver, oír, observar, hablar, informar, contradecir,*

*simular, imitar, desear, odiar, amar, tener miedo y defenderse,*

*arriesgarse, apostar, vivir y trabajar juntos o separados,*

*dominar por posesión o por maestría,*

*doblegar el dolor, curar enfermedades, o asesinar por homicidio o guerra,*

*sorprenderse hasta el éxtasis, hacer con las manos, fertilizar la tierra, destruir...*

*..... y nos inquieta no saber hacia cuáles de estos actos, de estos verbos, de estos estados o hacia qué otras metas ignoradas, ahora se apresura sin el saber....*

*Michel Serres (Historia de las Ciencias)*

Los seres humanos somos seres Biológicos-Psicológicos-Sociales-Culturales-Ecológicos. De todas y cada una de estas dimensiones hace parte integral el Sistema Nervioso y en particular nuestro Cerebro, lo cual significa que de todas y cada una de las acciones y estados descrito por Michel Serres acerca del origen del saber, hace parte nuestro cerebro. Todos y cada uno de los estímulos y respuestas que nuestro cerebro recibe del medio y entrega al medio, se integran como Saber.

Cada una de las fuentes enunciadas por Michel Serres tienen un correlato neurológico-cerebral que se ha venido revelando con el desarrollo de las Neurociencias, lo que ha permitido "abrir la caja negra" que los psicólogos de comienzos del siglo XX postularon (Watson, 1913). Sin embargo, el psicólogo ruso L.S. Vygotski (1982) entre 1924 y 1934 fue pionero en levantarle la tapa a la "caja negra" cuyos estudios sobre el cerebro continuó su discípulo A.R. Luria (1985) quien en 1974 publicó "El cerebro en Acción".

Desde entonces abrir la "caja negra" ha permitido entender, en primer lugar, que el cerebro responde a estímulos que provienen del medio ambiente que rodea al organismo, los procesa y al momento de procesarlos crea percepciones y

memoria y elabora respuestas con las cuales se adapta al medio ambiente; y en segundo lugar, que todo este proceso se retroalimenta sincrónicamente y crea nuevos "estados neuronales" que bien pueden permanecer o desaparecer según los estímulos brindados al cerebro y que nuestro cerebro es el fundamento de nuestro *sí mismo, self* en la literatura anglosajona.

Otro de los hallazgos revelados por el conocimiento del sistema nervioso es que nuestro encéfalo es el producto de la evolución biológica que tardó millones de años, (Eccles, 1992; Ursua, 1993; Damasio, 2010). Lo más sorprendente es que nuestro cerebro está en evolución y por consiguiente somos un eslabón en la creación del sí mismo, somos un eslabón en la creación permanente de la conciencia de humanidad y somos un eslabón en el descubrimiento y aplicación del saber, de la estética y de la ética. Estas tres últimas emergencias cerebrales nos ponen de presente que somos responsables generacionales del progreso o del retroceso en nuestra evolución como especie dependiente de nuestro sistema nervioso (Deacon, 2012).

Los neurocientíficos vienen descubriendo poco a poco el lenguaje cerebral: qué son las neuronas y las células gliales que las acompañan, en qué consiste la asimetría funcional y anatómica, cómo el lenguaje hace parte del sistema complejo de comunicación intracerebral y extracerebral, cómo surgen la estética, la música, la cultura y la ética desde nuestro entramado cerebral (Deacon, 2012; Ramachandran, 2012).

### **La organización de nuestro cerebro**

La unidad estructural y funcional del sistema nervioso es la Neurona, descubierta por Santiago Ramón y Cajal, quien propuso la Teoría Neuronal (Tapia, 1995; de la Fuente & Álvarez, 1998). Se calcula que el sólo cerebro está formado por unas 100.000 x 10<sup>6</sup> neuronas todas comunicadas entre sí por medio de las sinapsis y los neurotransmisores (Escobar & Pimienta, 2016).

Las sinapsis con los neurotransmisores crean señalizaciones neurales (Purves et al, 2016) para permitir el flujo de la información por medio un sistema de carreteras complejas que dan origen a nodos de redes neuronales cerebrales (Kandel, 1997; Sepulcre, 2018). Cada uno de estos nódulos trabaja sin descanso toda la vida y están en permanente cambio y re-estructuración dependiente de la estimulación recibida por el cerebro desde el medio ambiente a través de los órganos de los sentidos. A estos cambios en conjunto se les ha denominado *Plasticidad Cerebral*. Se ha calculado que cada neurona puede establecer hasta 20.000 sinapsis con sus vecinas y que podrán existir en el cerebro humano alrededor de  $2,4 \times 10^{14}$  sinapsis!, es decir 2,4 billones de sinapsis. A cada neurona le toma 800 mseg. comunicarse con otras y los mensajes viajan por las carreteras-redes neuronales hasta a 120 m/seg. (Bibliografía) En otras palabras cada segundo, ¿cuántos mensajes interneuronales se producen en nuestro cerebro?

No somos conscientes, es decir no tenemos consciencia, de esta enorme cantidad de información que a cada segundo fluye por nuestras redes neuronales-cerebrales y que crean el sub-consciente y el inconsciente que pueden dar origen, utilizando y transformando la memoria almacenada en las neuronas, en automatismos motores, conductuales y mentales. (Quevedo, 2018).

Las neuronas desde que nacen en el embrión: 1º reciben estímulos del medio ambiente externo, de hecho, el sistema nervioso tiene el mismo origen embriológico que la piel y los órganos de los sentidos, (Flores, 2015); 2º se comunican entre sí creando un ambiente interno origen del sí mismo y el medio ambiente interno de cada organismo; y 3º envían respuestas adaptativas al medio ambiente externo. Llinás (2003) descubrió que cada neurona es diferente de todas las demás, es decir en sus propias palabras *cada neurona tiene su personalidad propia*. Imaginemos las posibilidades de creación de nuestro cerebro con los miles de millones de neuronas, estímulos procesos y respuestas

que cada segundo se pueden dar conjugando tantas personalidades anatómicas y funcionales. Este es ni más ni menos que el origen de *La Inteligencia*.

Las neuronas se asocian, entonces para formar redes neuronales que dan origen a las estructuras modulares individualizadas en su función, pero siempre todas interconectadas de diversas maneras. (Purves, 2016). Estos módulos se localizan en áreas específicas de la corteza cerebral o en estructuras profundas cerebrales que se denomina núcleos (Escobar, 2016). Estos módulos procesan información que luego de procesarla la intercambian con el resto del cerebro, algunos módulos son: corteza cerebral visual, corteza cerebral olfatoria, corteza cerebral auditiva, corteza cerebral gustativa, corteza cerebral motora, corteza cerebral sensitiva, corteza cerebral espacial, núcleos de control motor, núcleos de control sensitivo, áreas cerebrales para la comprensión del lenguaje, áreas cerebrales para la emisión de la palabra, entre otras (Kandel, 1997; Purves, 2016; Escobar, 2016).

El intercambio de información entre redes y módulos permiten niveles iniciales de emergencia de conocimiento (Alacaraz, 2001; Redolar, 2014) que se van haciendo más complejos en la medida en que madura y se desarrolla el cerebro (Wellmann, 2017), para sustentar la emergencia de la mente con las diversas formas de pensamiento. (Zull, 2011).

Los módulos se han asociado entre sí para producir sistemas dentro del cerebro que han hecho cada vez más complejas las emergencias cerebrales (Deacon, 2012). Por ejemplo: sistema motor, sistema nociceptivo (para el dolor), sistema límbico (emocional), sistema extrapiramidal (para el control motor fino), sistema esteroceptivo (para localización en el espacio), sistema reticular (para la conciencia), sistema de recompensa, sistema de alertamiento, entre otros (Purves, 2016; Escobar, 2016)

Durante el proceso evolutivo el cerebro organizó los módulos y los sistemas en tres niveles: 1º El que permite la sobrevivencia del organismo en el medio

ambiente denominado cerebro instintivo, también llamado cerebro reptil, 2º. El nivel que permite la vida social, llamado también el cerebro límbico o cerebro mamífero y, 3º El nivel racional-cognitivo, también denominado cerebro humano. (Ursua, 1993; González, 2012). Estos tres niveles están extensamente interconectados entre sí, funcionan sincrónicamente todo el tiempo y el nivel mamífero-social y el nivel racional-cognitivo tienen la propiedad de madurar con el desarrollo biológico del niño y de la niña, del adolescente y la adolescente hasta aproximadamente los 21 años de edad (Wellman, 2017; Quintero, 2018; Cotrufo, 2018).

### **El cerebro humano cambiante que aprende**

Marina y Rambaud (2018) afirman: *En el universo conocido por el ser humano lo más complejo de estudiar es el cerebro humano. Pues Bien, únicamente hay algo aún más complejo de estudiar: los miles de millones de cerebros que han estado trabajando a lo largo de la humanidad.*

Los seres humanos estamos dotados con un cerebro que nos permite establecer comunicación con el mundo que nos rodea. Un cerebro que nos da nuestra individualidad irrepetible y con el que nos podemos enriquecer espiritual y humanamente, aprender permanentemente y trascender a través de nuevas emergencias cerebrales (Deacon, 2012; Bresciani, 2016). La forma de sentir, procesar y responder depende de la genética (25%) y de la formación cerebral-cultural (75%) que cada persona ha recibido a lo largo de su existencia desde el momento mismo de la concepción, (Alonso, 2018) en todas y cada una de sus etapas de desarrollo a lo largo de toda su vida (OCDE, Redolar, 2014; Alonso, 2018). Hoy se sabe científicamente que nuestro cerebro cambia todos los días, es decir con cada experiencia hay procesos de aprendizaje (Sousa, 2017).

Los sistemas cerebrales sociales (Schutt, 2015; Bresciani, 2016) y los nodos y sistemas corticales-cognitivos están interconectados para permitir los procesos de memorización y aprendizaje permanente. Así, por ejemplo: el sistema de

recompensa, el sistema emocional, el sistema de alerta, junto con los nodos y sistemas del lenguaje intervienen en los procesos de memorización y consolidación del aprendizaje (Redolar, 2014). Un nuevo paradigma fundamentado en el conocimiento neurocientífico está surgiendo en estos primeros años del siglo XXI, para obtener los objetivos propuestos por las maestras y los maestros en el aula (Sousa, 2017).

El aprendizaje no solo se logra dentro del aula, también dentro de la familia y dentro de la sociedad (Schutt, 2015), estos aprendizajes contribuyen en particular a la apropiación de aprendizajes culturales y ciudadanos para la convivencia de las personas. Además, cada uno de nosotros, sin darnos cuenta, podemos ser modelo para que quienes nos rodean aprendan, tanto niños como niñas, adolescentes y adultos, porque estamos dotados de *neuronas en espejo* (Redolar, 2014; Cataura, 2018), que conllevan a la imitación y la empatía para el aprendizaje. Estos aprendizajes sociales suelen estar ocultos-inconscientes y suelen ser más sólidos y motivantes que la enseñanza explícita de maestras y maestros en las aulas de clase.

El conocimiento de las estructuras cerebrales y su funcionamiento en los procesos educativos ha recibido especial atención en las dos primeras décadas del siglo XXI (OCDE, 2009), al punto de haberse construido un *corpus* de conocimientos que están permitiendo crear la Neurociencia Educativa (Sousa, 2011) y derivado de ésta, surge la Neurodidáctica (Rev. Iber. Educ., 2018), que está permitiendo procesos de enseñanza-aprendizaje renovados y consistentes con nuestra biología cerebral.

### **Concepciones y prácticas docentes**

Pese a su importancia, las neurociencias no hacen parte corpus de conocimiento de las Ciencias de la Educación para fundamentar la pedagogía, desde una perspectiva científica renovada y epistemológicamente bien fundamentada. El conocimiento de las neurociencias no ha tomado un lugar en los procesos

educativos de formación de maestras y maestros ni en los procesos de enseñanza-aprendizaje dentro del aula, como lo demuestra un estudio, sin publicar aún, realizado por los autores de este artículo. Los resultados son producto de la sistematización de unos cuestionarios aplicados a estudiantes de la Maestría en Educación.

En primera instancia, el 90% de los encuestados no recibió información acerca de la neurofisiología del aprendizaje durante su proceso de formación de pregrado, ni tampoco de post-grado. Pese a reconocer que el conocimiento sobre la neurobiología del aprendizaje es deseable, no nos reconocemos como seres biológicos, que estamos aprendiendo y modificando nuestro cerebro todos los días. Se intuye que en las diferentes etapas de nuestro desarrollo biológico aprendemos de manera diferente, pero no se argumenta en qué consisten y en qué se fundamentan estos cambios y la importancia que tienen para el desarrollo humano-social-espiritual de cada ser humano, de cada estudiante bajo su conducción pedagógica.

Se encontró que en la mente de maestras y maestros hay muy poca integración del proceso educativo familia-escuela-sociedad, pero reconocen la importancia de este proceso. No hay un concepto ni una práctica derivada del conocimiento neurobiológico o del desarrollo de las neurociencias aplicadas a la educación que están fundamentando a la naciente neurodidáctica.

### **Conclusiones**

- 1º.- El saber educativo que se derive de la epistemología-conocimiento neurocientífico educativo, dará un espacio a las Neurociencias dentro de las Ciencias de la Educación y fundamentará un nuevo paradigma para la Pedagogía
- 2º.- La educación en neurociencias, surge en este momento histórico, como una necesidad en la formación de maestras y maestros en todos los niveles de formación pre-graduada y post-graduada.

3º.- El conocimiento y la práctica educativa basada en conocimiento neurocientífico permitirá en Colombia formar personas más felices y más éticas dentro de la integración Familia-Escuela-Sociedad.

### **Bibliografía**

Alcaraz R, Víctor M; Gumá D, Emilio (2011) *Texto de Neurociencias Cognitivas*. México, D.F. Editorial Manual Moderno, S.A. de C.V.

Alonso, José R; Alonso E, Irene (2018). *¿El cerebro nace o se hace? Genes y ambiente*. Barcelona, EMSE EDAPP, S.L

Bresciani L, Marilee, Edit. (2016). *The Neuroscience of Learning and Development*. Sterling, Virginia. Stylus Publishing, LLC

Cataura S, Silvina. (2018). *Las neuronas espejo*. Aprendizaje, imitación, empatía. Barcelona, Bonalletra Alcompas, S.L.

Cotrufo, Tiziana. (2018). *En la mente del niño. El cerebro en sus primeros años de vida*. Barcelona, EMSE EDAPP, S.L.

Damasio, Antonio. (2010). *Y el cerebro creó al hombre. ¿Cómo pudo el cerebro generar emociones, sentimientos, ideas y el yo?*. Barcelona, Ediciones destino.

De la Fuente, Ramón; Álvarez L, Francisco J. (1998) *Biología de la mente*. México, Fondo de Cultura Económica

Deacon, Terrence W. (2012). *Incomplete Nature. How Mind Emerged from Nature*. New York, W.W. Norton & Company Ltd.

Eccles, John C. (1992) *La evolución del cerebro: creación de la conciencia*. Barcelona, Editorial Labor S.A.

Escobar, Martha I; Pimienta, Hernán J. (2016) *Sistema Nervioso. Neuroanatomía Funcional y Clínica*. Cali, Programa editorial Universidad del Valle.

Flores, Vladimir (2015). *Embriología humana. Bases moleculares y celulares de la histogénesis y la morfogénesis*. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana.

González A, Julio. (2012). *Breve historia del cerebro*. Barcelona, Editorial Crítica S.L.

Kandle, Eric R; Schwartz, James H; Jessel, Thomas, M. (1997) *Neurociencia y conducta*. Madrid, Prentice Hall.

Llinás, Rodolfo R. (2003). *El cerebro y el mito del yo. El papel de las neuronas en el pensamiento y el comportamiento humanos*. Bogotá, Grupo Editorial Normal S.A.

Luria, A.R. (1984). *El cerebro en acción*. Barcelona, Editorial Martínez Roca. Obra original publicada en Moscú en 1974.

Marina, José Antonio; Rambaud, Javier. (2018) *Biografía de la humanidad. Historia de la evolución de las culturas*. Barcelona, Ariel, Editorial Planeta S.A.

OCDE, CERI (2009). *La comprensión del cerebro. El nacimiento de una ciencia del aprendizaje*. París, OCDE convenio con Santiago de Chile, Ediciones Universidad Católica Silva Henríquez.

Purves, Dale; Augustine, George; Fitzpatrick, David; et al (2016). *Neurociencia*. Madrid, Editorial Médica Panamericana. 5a. Edición.

Quevedo Díaz, Marcos (2018). *El cerebro inconsciente. Los automatismos de nuestra mente*. Barcelona, Bonallettera Alcompas, S.L.

Quintero, Javier. (2018) *El cerebro adolescente. Una mente en construcción*. Barcelona, EMSE EDAPP, S.L.

Ramachandran, Vilayanur, S. (2012). *Lo que el cerebro nos dice. Los misterios de la mente humana al descubierto*. Barcelona, Paidós-Trancisiones

Redolar R, Diego. (2014). *Neurociencia cognitiva*. Madrid, Editorial Médica Panamericana.

Revista iberoamericana de educación. (2018). *Neurodidáctica en el aula*. Vol 78 Nº 1. Monográfico.

Schutt, Russell. (2015). *Social Neuroscience. Mind, brain and society*. Cambridge, Harvard University Press.

Sepulcre, George. (2018) *Redes Cerebrales y Plasticidad Funcional. El cerebro que cambia y se adapta*. Barcelona, Editorial Bonallettera Alcompas, S.L.

Serres, Michel. (1991) *Historia de las Ciencias*. Madrid, Editorial Cátedra.

Sousa, David A. (2011) *Educational Neuroscience*. California, Corwin SAGE Ltd.

Sousa, David A. (2017) *How the brain learns*. California, Corwin Edit.

Tapia, Ricardo (1995) *Las células de la mente*. México, Fondo de Cultura Económica

Ursua, Nicanor (1993). *Cerebro y conocimiento: un enfoque evolucionista*. Barcelona, Editorial Anthropos.

Vygotski, Live S. (1982). *Obras escogidas*. Madrid, Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia de España. Obras originales publicadas entre 1924 y 1934 en Moscú por la Editorial Pedagógica.

Watson, J.B. (1913). *Psychology as the behaviorist views it*. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Caja\\_negra\\_\(psicolog%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caja_negra_(psicolog%C3%ADa))

Wellman, Henry M. (2017). *La construcción de la mente. Cómo se desarrolla la teoría de la mente*. Santiago de Chile, Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile.

Zull, James E. (2011). *From brain to mind. Using Neuroscience to Guide Change in Education*. Sterling, Virginia. Stylus Publishing, LLC.