

Aprendizaje matemático desde una perspectiva neuroeducativa

Maldonado, Maggy
stella3090@hotmail.com
0000-0002-1462-6798

Muñoz, Mónica.
monicamulu@hotmail.com
0000-0002-3553-4518

Maldonado, María
marimal19@hotmail.com
0000-0003-4080-5818

RESUMEN

Las matemáticas dentro del contexto educativo han sido un tropiezo para muchos estudiantes, representando una gran dificultad al interior del aula de clase y generando todo tipo de ansiedades y estrés. Por tanto, se requiere ir en busca de nuevas herramientas y didácticas que posibiliten la creación de espacios pedagógicos más amigables con las matemáticas y con quienes se deben apropiar de ellas. En tal caso, la neurociencia y su aporte a diversas disciplinas en este caso particular a la educación, abre escenarios más pertinentes y significativos a través del conocimiento del cerebro y de cómo aprendemos, que permite diversificar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Dentro de este orden de ideas, el presente artículo pretende visualizar el aprendizaje matemático desde una perspectiva neuroeducativa, mediante una investigación de tipo documental guiada por las etapas preoperatoria, heurística y hermenéutica con el fin de visualizar la importancia de las interacciones cerebrales, los estudios neurocientíficos y su implicación en el área de matemáticas para evidenciar las bondades que están al alcance y que haría emerger una enseñanza más efectiva de esta disciplina al interior del aula.

Palabras claves: cerebro, aprendizaje matemático, neuroeducación

Mathematical learning from a neuroeducational perspective

Abstract

Mathematics within the educational context has been a stumbling block for many students, representing a great difficulty within the classroom and generating all kinds of anxieties and stress. Therefore, it is necessary to go in search of new tools and didactics that make it possible to create pedagogical spaces that are friendlier with mathematics and with those who should appropriate them. In this case, neuroscience and its contribution to various disciplines, in this case to education, opens more pertinent and significant scenarios through knowledge of the brain and how we learn, which allows diversifying the teaching and learning process. Within this order of ideas, this article aims to visualize mathematical learning from a neuroeducational perspective, through documentary research guided by the preoperative, heuristic and hermeneutic stages to visualize the importance of brain interactions, neuroscientific studies and its involvement in mathematics to highlight the benefits that are within reach and that would make a more effective teaching of this discipline emerge within the classroom.

Keywords: brain, mathematical learning, neuroeducation

INTRODUCCIÓN

Es muy frecuente escuchar entre los estudiantes un vocabulario típico al referirse a dicha ciencia exacta como “es un dolor de cabeza”, “las matemáticas no son lo mío”, “las matemáticas y yo no estamos en la misma sintonía”; en fin, son numerosas y variadas las expresiones para dejar claro que las matemáticas pueden ser una pesadilla. Estos conceptos previos que arrastran muchos estudiantes durante todos sus años de colegiatura dejan claro que los preconceptos y la motivación son aspectos fundamentales en el aprendizaje, como también lo es la necesidad de mitigar las ideas nocivas y viciadas que se han arraigado en el imaginario estudiantil, que de una u otra manera han coartado el aprendizaje matemático de niños y jóvenes.

Estudios realizados han dejado por sentado que el ser humano nace con un sentido numérico innato, es decir que desde los primeros meses de vida el bebé puede a través de sus gestos evidenciar sorpresa, asombro o contrariedad cuando es sometido a vivencias entre otras, relacionadas con apreciaciones de tipo cuantitativo. Esa capacidad numérica, tiene su origen en los circuitos neuronales que se dan en los lóbulos parietales tanto del cerebro derecho como el izquierdo, exactamente en el surco intraparietal donde se forja el sentido, significado de los números y el sentido aproximado de las cantidades, en este sentido Mora (2014), señala:

La neuroeducación puede ayudar en el proceso de potenciar la creatividad o el aprendizaje de ciertas disciplinas específicas, por ejemplo, las matemáticas, a partir de conocer que hay dos vías cerebrales diferentes por las que se alcanzan esos procesos y la potenciación de unas u otras «atenciones» para enseñanzas específicas. (p.15)

Lo referido hasta el momento devela la necesidad de fomentar en primer lugar un ambiente donde las emociones positivas estén presentes y sean el motor que guíe el aprendizaje, en segundo lugar, tener en cuenta la importancia de la pedagogía a utilizar en la etapa escolar inicial de dicho aprendizaje y en especial del aprendizaje de las matemáticas, partiendo de las capacidades innatas para favorecer y estimular el desarrollo del razonamiento intuitivo de los educandos:

Neuroeducación no es solo llevar a todas las instituciones que imparten docencia los logros alcanzados principalmente por la neurociencia (la neurociencia cognitiva en particular), sino conseguir la «mentalización» de los profesores en cuanto a conocer cómo funciona el cerebro, extrayendo de ello conocimiento que ayude a enseñar y aprender mejor, sobre todo en los niños. (Mora, 2014, p. 16)

Lo anterior, advierte de la inexorable importancia de la preparación del docente y más aun sus conocimientos sobre el cerebro como órgano encargado de aprender, que le permitirá direccionar el aprendizaje para una enseñanza efectiva, a través de contenidos dinámicos que conlleven al establecimiento de relaciones y generaciones de ideas, partiendo de situaciones concretas para dar paso más adelante a procesos abstractos. Para tal cometido, este artículo con base en la investigación documental y partiendo de sus etapas preoperatoria, heurística y hermenéutica se centra en los avances neurocientíficos que han venido dando pautas de cómo funciona y aprende el cerebro, siendo menester incorporar estas tendencias pedagógicas en este caso particular, dada su incidencia en el área de las matemáticas.

NODOS CONCEPTUALES

Exploración de las interconexiones cerebrales

El cerebro, esa pequeña sustancia gelatinosa cuyo peso <kilo y medio> no hace honor a su inmenso y fascinante poder para generar a través de sus múltiples conexiones neuronales conocimientos, ideas, emociones y aprendizajes de toda índole. Marina, J. (2007), hace uso de una analogía interesante al relacionar el cerebro con un espeso bosque compuesto por millones de árboles “dendritas”, con infinidad de ramas interconectadas que tienen la posibilidad de injertarse, perecer y retoñar, el cual requiere de una expedita exploración para realizar un inventario de su naturaleza y funcionamiento, dada la complejidad en la cual está inmerso.

Es conveniente tener en cuenta que, aunque no se ha dilucidado por completo y persiste un desconocimiento de cómo funciona en su totalidad el cerebro, a nivel neurocientífico se han adelantado variadas investigaciones que aportan información relevante y precisa sobre algunas de sus funciones; como lo manifiesta Sowell, *et al*, (1999), “una comprensión completa del desarrollo del cerebro humano, desde el nacimiento hasta la edad adulta, pasando por la adolescencia, es esencial a nuestra comprensión del desarrollo cognitivo. Sin embargo, sabemos muy pocas cosas sobre la maduración del cerebro normal” (Citado en Radford y André, 2009, p. 859).

No obstante, el avance tecnológico ha puesto al servicio las neuroimágenes cerebrales consistentes en una técnica “que mide la actividad del cerebro mientras los individuos realizan una tarea determinada”. (Blakemore y Frith, 2007, p. 20), permitiendo adentrarse en el espectro cerebral, comprenderlo de mejor manera e ir construyendo ese puente de entendimiento entre lo neurocientífico y lo educativo

que viene permitiendo transitar y pasar de un lado a otro con pasos firmes, para alcanzar modos distintos de abordar el aprendizaje de las matemáticas dado que, está comprobado científicamente que desde que se nace el cerebro se encuentra predispuesto para el sentido numérico sin embargo, esta habilidad demanda ser desarrollada.

El cerebro, una máquina poderosa

No hay duda, que el funcionamiento del cerebro como órgano biológico y social es un proceso bastante complejo, en el cual intervienen aproximadamente cien mil millones de neuronas que están en permanente contacto con otras neuronas, a través de sus somas “cuerpo celular de la neurona”, entendida como:

la neurona es la unidad estructural y funcional del sistema nervioso y está compuesta por: cuerpo celular o soma, el cual a su vez está conformado por núcleo, nucleolo, mitocondrias, lisosomas, aparato de Golgi y cuerpos de Nissl que sintetizan proteínas. Su función es realizar la integración de la información obtenida en las dendritas; éstas por su parte, se presentan como prolongaciones gruesas y ramificadas del citoplasma del cuerpo celular: su función consiste en recibir el potencial de acción y transmitir los impulsos nerviosos hacia el cuerpo celular. (Velásquez, *et al*, 2009, p. 335)

Se puede apreciar el acuciante trabajo ejecutado por el cerebro y como las funciones neurales son la génesis de múltiples procesos, uno de ellos a nivel cognitivo, en donde se generan todo tipo conexiones o circuitos neuronales que posibilitan las capacidades o límites de las construcciones o habilidades matemáticas.

Por su parte, Blakemore y Frith (2007, p.33), manifiestan que “las neuronas funcionan como pequeñas baterías” al descargar impulsos que posteriormente liberan sustancias químicas conocidas como neurotransmisores “mensajeros químicos”; entre los que se encuentran la acetilcolina, noradrenalina, dopamina, serotonina, endorfinas. Dichas sustancias ingresan al espacio sináptico “final de una neurona e inicio de otra” haciendo conexión con las dendritas y siendo causa de la mayor capacidad de aprendizaje de un organismo, generando todo este proceso la actividad cerebral. y la posterior transmisión de información.

El anterior proceso, además, permite al cerebro la plasticidad neuronal concebida por Velásquez, *et al*, (2009) como “la capacidad del sistema nervioso de propiciar los contactos neuronales y la eficiencia sináptica, como respuesta a los estímulos internos y externos que recibe el cerebro” (p.331). En otras

palabras, la plasticidad cerebral puede ser interpretada como la capacidad del cerebro para moldearse, dadas las situaciones cambiantes del entorno, las conexiones neuronales se pueden modificar o producir nuevas neuronas que van a permitir reestructurar sus funciones y de esta manera aprender, reaprender, crear nuevos y mejores aprendizajes durante toda su vida; de tal forma que el cerebro:

sea un sistema creativo y renovador, capaz de elaborar y reelaborar cosas nuevas partiendo de las experiencias de los sujetos con el entorno físico-social y cultural. Son experiencias intelectivas, emotivas y sociales, que posibilitan el enriquecimiento del cerebro humano en su dimensionalidad, mediante intervenciones pedagógicas pertinentes: además, está dotado de habilidades para pensar, percibir, aprender, conocer, amar y básicamente solucionar problemas. (Jiménez (2003), p. 30, citado en Velásquez, *et al*, 2009, p. 335)

Sin embargo, es comprensible que el cerebro no se desarrolle de manera constante. Investigaciones en neurociencias han demostrado que, desde el punto de vista morfológico, los cambios relevantes tienen su inicio desde la gestación y se proyectan hasta la infancia, periodo en el cual el aumento del cerebro se percibe desde el cuarto mes de gestación con la proliferación a ritmo acelerado de células, neuronas y células gliales “soporte y transmisión entre neuronas”, que posteriormente darán origen a la formación de las primeras regiones cerebrales de donde emanan funciones tan elementales como el equilibrio, comportamientos físicos y el movimiento reflejo. Aquellas áreas encargadas de las emociones, la memoria y lo referente a los estímulos sensoriales se desarrollan más adelante (Radford y André, 2009).

Ciertamente, los cambios que se llevan a cabo en el cerebro están relacionados con las conexiones neuronales y su uso, dado que, más adelante se forman otras estructuras neurológicas como la neocorteza y la corteza cerebral que vienen a presentar mayor plasticidad y maleabilidad que las primeras regiones, en donde se albergan las actividades cognitivas superiores como el lenguaje, la atención, la síntesis, el razonamiento y la imaginación espacial “La plasticidad de la corteza cerebral humana, es sin duda, una de sus características mas distintivas: ofrece un testimonio de la capacidad humana para hacer frente y adaptarse a ambientes y contextos muy diferentes” (Healy (1991), citado en Radford y André, 2009, p. 219). Además, su evolución está asociada con la forma como cada persona haga uso de su cerebro durante sus etapas de crecimiento.

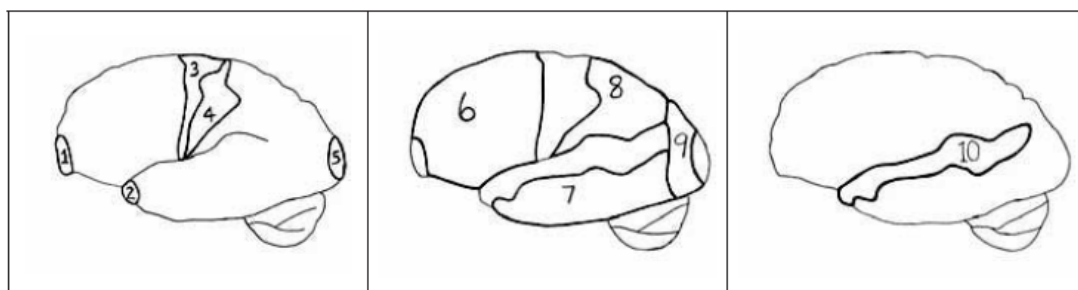
Para tener mayor claridad del desarrollo del cerebro se referencia una investigación realizada por el neurólogo Nitin Gogtay y sus colaboradores, cuyos resultados develan que:

las partes del cerebro que se asocian con las funciones elementales (por ejemplo, las funciones motrices sensoriales) maduran más rápido (regiones 3 y 4). La maduración continúa en aquellas áreas que conciernen a la orientación espacial y desarrollo del lenguaje (región 5). Las regiones

que maduran más tarde son las que atañen a las funciones ejecutivas y la atención (región 1), así como a la coordinación motriz (región 2). En efecto, la corteza superior temporal (9), aquella que contiene las áreas de asociación que integran la información proveniente de varias modalidades sensoriales, es la que madura al último. (Gogtay et al., (2004), p. 8174-8177, citado en Radford y André, 2009, p. 220-221)

Figura 1

Regiones de la corteza cerebral



Nota. Tomado de Cerebro, cognición y matemáticas (2009).

Para una mejor interpretación de la imagen, se incorpora la siguiente tabla de las regiones de la corteza cerebral enunciadas por Gogtay

Tabla 1

Regiones de la corteza cerebral

Lóbulo Frontal	Lóbulo Parietal	Lóbulo Occipital	Lóbulo temporal
1. Corteza prefrontal 2. Corteza premotora 3. Área motriz primaria	4. Área sensorial primaria 5. Corteza de asociación del lóbulo parietal	6. Corteza de asociación del lóbulo occipital 7. Corteza visual primaria	8. Corteza auditiva primaria 9. Corteza superior temporal 10. Corteza de asociaciones del lóbulo temporal

Nota. Elaboración personal

Los hallazgos de la anterior investigación aportan elementos de valor al proceso consustancial de la enseñanza y el aprendizaje, reflejando además, como las áreas con maduración primaria son esenciales a las áreas de posterior maduración que logran fusionarse a las anteriores, para funcionar en un conjunto armónico durante el periodo de formación y refinamiento de los bloques cognitivos durante la niñez, “cabe pensar que, sin una estimulación adecuada y constante, la plasticidad del cerebro no será explotada con provecho, y que las conexiones neurológicas de integración que pertenecen a la corteza temporal superior no alcanzarán su nivel máximo de desarrollo” (Radford y André, 2009, p. 222).

Génesis cerebral, primeros años de vida

Las investigaciones neurocientíficas han demostrado como se da el proceso evolutivo del cerebro desde el mismo momento de la gestación y la capacidad que este presenta durante los primeros años de vida, específicamente en la etapa de la infancia, si bien, “el cerebro es plástico a lo largo de todo el arco vital. Es decir, es capaz de ser modificado para bien por el aprendizaje a cualquier edad”. (Mora 2014, p.18). Los primeros años de vida son fundamentales, teniendo en cuenta que las estructuras neuronales del cerebro hacen posible el aprendizaje y el aprendizaje hace constantes cambios en dichas estructuras neuronales, proceso de cierta manera reciproco y fructífero, enmarcado por una sinaptogénesis progresiva que disminuye alrededor de los siete años.

Esta formación sináptica varía en cada región cerebral, por ejemplo, en el caso del sistema límbico responsable de las emociones su maduración sináptica finaliza hacia los siete años de edad, mientras que el hipocampo área clave para el proceso de aprendizaje y la memoria alcanza una estructura similar a la de un adulto a los cuatro años, por tanto, el aumento o disminución sináptica abre espacios ideales para el aprendizaje y la creación de puentes de entendimiento como bien lo expone Mora (2014, p. 20):

Los programas del genoma que dirigen dicho desarrollo específico tienen lo que podríamos describir como ventanas que se abren en un momento determinado y es en ese momento determinado cuando cierta información del entorno, sensorial, motora, familiar, social, emocional o de razonamiento puede entrar por ellas. Y ningún momento es óptimo que ese, pues estas ventanas abiertas se cierran con el tiempo para dar paso a la apertura de otras. Estas ventanas plásticas o periodos críticos, en los que el medio específico que rodea al individuo debe estar necesariamente presente, son absolutamente fundamentales para el desarrollo de muchas funciones del cerebro, como el habla, la visión, la emoción, las habilidades para la música o las matemáticas, el aprendizaje de una segunda lengua o, en general, los procesos cognitivos (conocimiento y razonamiento).

Ineludiblemente, el medio ambiente se presenta como un factor altamente beneficioso para que el cerebro pueda poner en marcha su engranaje interno, que sumado a los estímulos del medio le permiten encender los códigos o circuitos neuronales para una mayor aprehensión de todo lo que le rodea. Es claro que la genética cumple su papel protagónico en la configuración e individualización de cada cerebro como único y diferenciado.

Sin embargo, los estímulos externos en comunión con el sustrato emocional proporcionan en materia de aprendizaje habilidades esenciales descritas desde la psicología del desarrollo posteriores al nacimiento como “habilidades que, por otra parte, serán de importancia sobresaliente para el proceso subsiguiente de educación y aprendizaje en el colegio; “la primera es la imitación; la segunda, la atención compartida, y la tercera, la comprensión empática” (Mora, 2014, p. 27).

De modo sucinto, la primera habilidad se centra en la capacidad del niño en copiar modelos de sus semejantes, proceso que acelera en demasía el aprendizaje, la segunda habilidad refiere a la observación de un evento por parte de dos o más personas, lo cual conlleva al aprendizaje de significados; la tercera habilidad no menos importante, relacionada con el componente emocional y la importancia de sentir, expresar simpatía por los demás, aquí la triada emoción – sentimientos - empatía deben ser la brújula de toda educación y formación.

Lo anterior, refleja la capacidad innata que tienen los niños en sus primeros meses y años de vida, la facilidad como absorben y aprenden de su entorno de manera tan fácil y espontánea antes de su inmersión en un aula de clase; claro está, si el medio que les rodea ha sido generoso con ellos, porque:

hay estudios de neuroimagen realizados con niños de seis años, que indican que las diferencias en las oportunidades de aprender que el niño haya tenido antes de entrar en el colegio se correlacionan con diferencias cerebrales que bien pudieran afectar al aprendizaje. (Mora, 2014, p. 28-29)

Por tanto, es relevante conocer estos aspectos de cómo se comporta y aprende el cerebro desde sus inicios, para volcar dichos conocimientos al aula y continuar potenciando las habilidades que los niños ya poseen o modificar o mejorar las habilidades de los menos favorecidos para alcanzar una enseñanza y aprendizaje más efectivos en el área de las matemáticas.

Cerebro y matemáticas, una fusión prometedora

Actualmente existe una basta información documental y múltiples investigaciones en neurociencias respecto de este nodo conceptual y los mencionados en los apartados anteriores que, a partir de la investigación documental de carácter cualitativo, faculta el ejercicio del análisis de interpretación del aprendizaje de las matemáticas desde una visión neuroeducativa, haciendo posible comprender cómo funciona el cerebro, cómo se desarrollan las diversas interacciones y estructuras cerebrales en el aprendizaje de nociones de cálculo, sentido numérico, habilidades aritméticas entre otras, para crear un escenario más inclusivo en esta área de conocimiento.

Recientes investigaciones han dejado por sentado que “cada uno de los pensamientos que consideramos, cada cálculo que realizamos es resultado de la activación de circuitos neuronales especializados que están implantados en nuestra corteza cerebral” (Dehaene, 2016, p. 22). En este orden de ideas, cada vez que un estudiante participa de una clase de matemáticas, su cerebro genera millares de sinapsis e intercambio de sustancias químicas que permiten la adhesión de los conocimientos matemáticos a los tejidos biológicos evidenciando que tan comprometido se encuentra su sistema atencional y emocional para facilitar la adquisición de los procesos aritméticos.

Cabe resaltar que “las redes neuronales de nuestros cerebros no son totalmente flexibles. La estructura misma de nuestro cerebro hace que algunos conceptos aritméticos sean más fáciles de “digerir” que otros”. (Dehaene, 2016, p. 28). Situación que se aprecia a diario en el aula de clase, la cual refleja la necesidad imperiosa de advertir tanto las capacidades como las limitaciones o deficiencias de la arquitectura y maduración cerebral del estudiante, cómo este, estructura y reestructura sus representaciones mentales para intervenir de manera acertada en procura de que sus experiencias de aprendizaje sean fructíferas y significativa.

Desde el componente anatómico, se puede apreciar que el cerebro está constituido por la corteza cerebral, en la cual se albergan varias regiones que se encargan de la integración, percepción y procesamiento de la información de funciones sensitivas y motoras. Las regiones prefrontal y parieto-temporal están implicadas en la elaboración de acciones complejas como las emociones el pensamiento abstracto, el pensamiento simbólico, la conducta, los procesos mentales (memoria, atención, aprendizaje, toma de decisiones, razonamiento).

A su vez, el cerebro visto desde cada uno de sus hemisferios permite distinguir al hemisferio derecho como el “hemisferio creador inconsciente” dada su habilidad espacial, visual y creativa; entre tanto, el hemisferio derecho catalogado como “hemisferio analítico consciente” se encuentra dotado de lógica, lenguaje y matemáticas. Por tanto, “ambos hemisferios trabajan siempre juntos y en conjunción, pues para la elaboración de cualquier función cognitiva específica necesitan del diálogo y la transferencia de información entre ellos” (Mora, 2014, p. 23).

Es esencial percatarse, así sea de manera rudimentaria o somera del funcionamiento y ejecución de los diferentes procesos a nivel cerebral y tener claridad de cómo y en dónde emergen, para entender la esencia de la enseñanza de las matemáticas y todo el proceso que implica su aprendizaje y llevar a cabo una estimulación pertinente que explote al máximo la plasticidad del cerebro y las diversas conexiones neurológicas.

En el caso puntual de las matemáticas, “si bien es cierto que el hemisferio izquierdo desempeña un papel importante en el pensamiento aritmético, ciertas tareas, como la comparación y la aproximación de números, pueden ser efectuadas por el hemisferio derecho” (Radford y André, 2009, p. 226). Lo anterior sugiere que en la solución de una situación o problema matemático los dos hemisferios trabajan en conjunto y el concepto numérico sea el resultado de dicha interacción. En este orden de ideas, Dantzig (citado en Dehaene 2016 p. 23), argumenta que:

El hombre, incluso en las etapas más tempranas del desarrollo, tiene una facultad que, a falta de un mejor nombre, llamaré “sentido numérico”. Esta facultad le permite reconocer que en un pequeño conjunto algo ha cambiado cuando, sin que lo sepa directamente, se quitó o se agregó un objeto a ese conjunto.

Se podría decir, que las habilidades matemáticas son innatas al ser humano, cada uno llega con un potencial o “sentido numérico” que al parecer para algunos se estropea en el camino, generándole tropiezos y aversiones difíciles de superar en el ámbito académico y más aún cuando requiere sopesar otras habilidades matemáticas de aparición tardía relacionadas con la aritmética, cálculos exactos y estimaciones, pues:

resulta curioso que estos dos tipos de habilidades matemáticas tengan sustratos y localización diferente en el cerebro. La primera, la capacidad para estimar y obtener un resultado aproximado pero no exacto (por ejemplo, estimar si 10 es más grande que 2), se relaciona con estímulos viso-espaciales («estoy viendo un montón de cosas más grande que otro montón de las mismas cosas que también veo») y depende de la activación de redes neuronales localizadas en parte en ambos lóbulos parietales y, de forma más específica, en el surco intraparietal, en tanto que la segunda, la habilidad para realizar un cálculo matemático exacto, está relacionada precisamente

con las redes neuronales asociadas al lenguaje y, por consiguiente, son estas áreas del lenguaje localizadas principalmente en la corteza frontal izquierda las responsables de estas funciones (Mora, 2014, p.33).

Los aportes emanados de la neurociencia cognitiva que evidencian las áreas donde surgen los procesos de cálculo y estimación, revelan por un lado, la necesidad de ambientes de estimulación sensorial acordes alejados la simple repetición o memorización; por otro lado, no se puede desconocer dentro del escenario académico y mucho menos al interior del aula; el conocimiento de las regiones encargadas de los diversos procesos que generan, fortalecen y constituyen el aprendizaje de las matemáticas debe estar mediado por métodos pertinentes y la orientación adecuada del docente.

Perspectiva neuroeducativa; otras formas, otros resultados

Para hacer referencia a este nodo conceptual es importante acotar que durante las dos últimas décadas ha tomado mayor fuerza incluir dentro de las prácticas educativas los aportes de la neurociencia, esto ha permitido que se desarrollen nuevas disciplinas en torno al conocimiento del funcionamiento cerebral, una de ellas la *Neurodidáctica*; disciplina que busca optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, definida como “la aplicación de conocimientos acerca de cómo funciona el cerebro y de cómo intervienen los procesos neurobiológicos en el aprendizaje, para ayudar a que éste sea más eficaz y óptimo” (Forés y Ligioiz, (2014), citado en Díaz-Cabriaes, 2021, p.65).

En tal caso, la dupla neurología y metodologías de aprendizaje, significa situar a las neurociencias dentro del plano de la cotidianidad, en este sentido es transformar los hallazgos científicos de la neurología en un lenguaje asequible para las personas que se dedican a la educación y así favorecer su quehacer pedagógico.

Mora (2013), afirma que “el estudio del cerebro aporta nuevos conocimientos que permiten diseñar nuevas técnicas y aproximaciones con las que intervenir y hacer mejor este proceso de aprendizaje y el desarrollo de los niños” (p. 10). En este sentido, la enseñanza debe ser orientada a través de estrategias que faciliten un aprendizaje integral, en este caso el aprendizaje de las matemáticas, por lo cual es necesario enriquecer las experiencias en el aula para motivar a los estudiantes, potenciando sus capacidades y fortaleciendo los mecanismos básicos para el aprendizaje.

Afortunadamente el creciente interés por descifrar cómo aprende el cerebro ha permitido que numerosos autores estén haciendo aportes con evidencia científica que aluden a la puesta en marcha de nuevas prácticas en la forma de enseñar y aprender a través de la *Neurodidáctica*, resulta entonces interesante profundizar en esta disciplina como alternativa para el desarrollo del pensamiento en las

habilidades matemáticas que le permitan al ser humano en todo el arco de su desarrollo, es decir, desde el mismo momento del nacimiento hasta la edad adulta llevar a la práctica y utilizar asertivamente estos conocimientos.

A partir de las investigaciones de los neurocientíficos se han realizado muchos aportes que bien pueden ser llevados al aula y pueden ser insumo para que los maestros puedan impactar procesos neuronales como la emoción, la curiosidad, la atención, la memoria como resultado de múltiples funciones en los que participan muchos circuitos cerebrales y además los diferentes estímulos del medio ambiente.

Haciendo referencia a estos procesos mentales y los aportes de la *Neurodidáctica* Mora (2013), destaca la necesidad de utilizar nuevas estrategias que ayuden tanto a quienes enseñan; cuya enseñanza debe estar cargada de emoción, curiosidad y alegría, como a los que aprenden, resalta que es importante por ejemplo; tener en cuenta los tiempos atencionales de los niños, reconociendo que éstos son diferentes según los temas y los estímulos que reciben, esto permitirá adecuar las enseñanzas a cada edad, haciendo las modificaciones necesarias para que los aprendizajes sean más eficaces y eficientes, busca también destacar la importancia de proyectar mejores espacios físicos, bien iluminados, con un control adecuado del ruido y la temperatura, lo que ha denominado como neuroarquitectura, todo esto es algo en lo que se pretende avanzar con esta nueva disciplina.

En consecuencia, para avanzar y encontrar nuevas rutas en este recorrido en los retos que se generan durante la tarea de enseñar y aprender matemáticas, es un compromiso personal y de equipo estar abiertos a la integración de los aportes de la Neurodidáctica a la práctica docente, partiendo de la premisa que para saber cómo se enseña hay que saber cómo se aprende, puesto que de las diferentes estrategias utilizadas para enseñar se pueden producir más o menos estímulos de la actividad neuronal y esta labor resultará más productiva si la atención se direcciona en los sustratos biológicos del aprendizaje.

Conclusiones

El cerebro, como órgano encargado de funciones y procesos como el pensamiento, el lenguaje, las matemáticas, las emociones, la conducta entre otras funciones de importancia, tiene tanto la capacidad de adaptarse al entorno como la plasticidad para crearse y recrearse constantemente desde el nacimiento hasta la muerte, este hecho ha sido advertido por las innumerables investigaciones que dejan por sentado que nada está acabado y que existen posibilidades de mejora, por tanto, entre mayor conocimiento se obtenga sobre las funciones y posibilidades del cerebro en esa misma proporción se alcancen mayores logros en el abordaje y posterior asimilación y aprendizaje de las matemáticas.

El aporte de las neurociencias al quehacer educativo ha sido denominado neurodidáctica en tanto que busca potenciar y mediar para el mejoramiento de todos aquellos procesos tanto de la enseñanza como el aprendizaje y, a pesar que el estudio de las bases cerebrales del pensamiento matemático es muy reciente, el conocimiento del funcionamiento cerebral por parte de los maestros puede configurar nuevas oportunidades para ofrecer opciones distintas dentro y fuera del aula a los estudiantes que enriquezcan y aporten a mejorar la calidad de la educación, mediante el fortalecimiento de sus habilidades de pensamiento.

Un medio ambiente estable, estimulante y protector construye en el cerebro infantil los pilares sólidos para una enseñanza efectiva. Por el contrario, un medio ambiente adverso, castigador y estresante influyen en, y de hecho impide, el normal desarrollo de los circuitos cerebrales que permiten ese aprendizaje normal. (Mora, 2014, p.31)

Un aporte de la neurociencia a nivel educativo es la evidente modificación de las reestructuras neuronales que se advierten de manera tácita en el aprendizaje y que regiones del cerebro intervienen activamente para la consolidación de las habilidades matemáticas, asunto que debe ser del dominio de todo educador si vislumbra la posibilidad de hacer que esta área del conocimiento sea del agrado de sus estudiantes y sobre todo de fácil adquisición por parte de ellos, dada la relevancia de un ambiente armonioso, provisto de experiencias gratificantes y emocionalmente atrapantes para un cerebro sano.

En contravía a esto, un ambiente estresante, cargado de represión y temor automáticamente inhibe las posibilidades de pensar adecuadamente y de ejecutar las habilidades de manera acertada, como lo advierte Velásquez, *et al*, (2009),

Biológicamente se sabe que la corteza prefrontal ejecuta la memoria activa y el recuerdo, es el sitio en el que se unen las sensaciones y emociones. Cuando el circuito límbico, que converge en la corteza prefrontal, se encuentra sometido por el estrés, la perturbación, la depresión entre otras emociones queda afectada la eficacia de la memoria activa: no se puede pensar correctamente. (p. 337)

Entonces ¿Por qué no, aceptar la oportunidad de investigar y documentarse más y adaptar los actuales métodos de enseñanza de las matemáticas a la arquitectura cerebral?

REFERENCIAS

- Blakemore, Sarah-Jayne./Utafrih. 2008. *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Ariel: Barcelona.
- Chávez Chávez, L. M., & Chávez Baca, R. L. (2020). Neurodidáctica Como Alternativa Innovadora Para Optimizar El Aprendizaje. *Revista Varela*, 20(56), 145–157. Recuperado a partir de <http://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/17>
- Dehaene, S. (2016). *El cerebro matemático: Cómo nacen, viven y a veces mueren los números en nuestra mente*. - 1ª ed.- Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2016.- (Ciencia que ladra... serie Mayor // dirigida por Diego Golombek)
- Díaz-Cabriales, A. (2021). La neuroeducación en los programas de formación y profesionalización docente en México. *Ciencia y Educación*, 5(2), 63-78. <https://doi.org/10.22206/cyed.2021.v5i2.pp63-78>
- Fernández, J. (2010). Neurociencias y Enseñanza de la Matemática. Prólogo de algunos retos educativos. *Revista Iberoamericana de Educación / Revista iberoamericana de Educação* ISSN: 1681-5653 n.º 51/3 – 25 de enero / Janeiro de 2010
- Forés, A. y Ligoiz M. (2014). *Descubrir la Neurodidáctica. Aprender desde y para la vida*. Ed. UOC
- Gogtay, N., Giedd, J., Lusk, L., Hayashi, K., Greenstein, D., Vaituzis, A., Nugent, T., Herman, D., Clasen, L., Toga, A., Rapoport, J. & Thompson, P.(2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101(21), 8174-8179.
- Jiménez V., Carlos. 2003. *Neuropedagogía, lúdica y competencias*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Mora, F. (2014). *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama*. Editorial, Alianza Editorial.
- Rivera, E. (2019). El neuroaprendizaje en la enseñanza de las matemáticas: la nueva propuesta educativa. pp. 157-168, *Revista entorno*, junio 2019, número 67, ISSN: 2218-3345

Radford, L. & André, M. (2009). Cerebro, cognición y matemáticas. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 12(2), 215-250. Recuperado en 07 de junio de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362009000200004&lng=es&tlng=es.

Sowell, E., Thompson, P., Holmes, C., Jernigan, T. & Toga, A. (1999). In vivo evidence for postadolescent brain maturation in frontal and striatal regions. *Nature Neuroscience* 2 (10), 859-861.

Velásquez, B., De Cleves, N. y Calle, M. (2009). El cerebro que aprende. Tabula Rasa. Bogotá-Colombia, N° 11:329-347.