

EL CEREBRO QUE APRENDE¹

THE BRAIN THAT LEARNS

O CÉREBRO QUE APRENDE

BERTHA MARLEN VELÁSQUEZ BURGOS²

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colombia
bemar5@yahoo.es

NAHYR REMOLINA DE CLEVES³

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colombia
remocleves@yahoo.es

MARÍA GRACIELA CALLE MÁRQUEZ⁴

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colombia
marigracie@yahoo.es

Recibido: 15 de junio de 2009

Aceptado: 27 de septiembre de 2009

Resumen:

En este texto se aborda el tema del cerebro que aprende, cuyo propósito es describir el proceso de aprendizaje del órgano pensante, la manera que se posibilita su desarrollo durante toda la vida a través de las numerosas conexiones sinápticas que se establecen entre las neuronas, todo lo cual facilita la estimulación, en lo concerniente a destrezas, habilidades y competencias que propician la construcción de nuevos aprendizajes. Lo anterior da razón de la plasticidad, flexibilidad y adaptabilidad del cerebro que sólo pueden ser potenciadas mediante la implementación de ambientes favorables de aprendizaje y de factores y estrategias pedagógicas que incrementen el total desarrollo del mismo.

Palabras claves: factores, estrategias pedagógicas, cerebro total, desarrollo cognitivo, sinapsis, neuronas, plasticidad, flexibilidad, ambientes de aprendizaje, emociones y sentimientos.

Abstract:

This article takes on the topic of the brain that learns, and describes the process of learning of the thinking organ; the ways its development is facilitated throughout our whole life

¹ El presente artículo es producto de la investigación realizada como resultado del proyecto *Factores y estrategias pedagógicas para el desarrollo del cerebro total*, inscrito en la línea de investigación Desarrollo educativo, pedagógico y curricular.

² Docente investigadora, actualmente en la Jefe de la Oficina de Investigaciones. Magister en Pedagogía (2009), Universidad de la Sabana, Magister en Educación (2001), Universidad de La Sabana, Especialista en Computación para la Docencia (1990), Universidad Antonio Nariño y Licenciada en Educación con estudios principales en Matemáticas (1980), Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

³ Docente investigadora. Magister en evaluación en educación (1998), Universidad Santo Tomás; Especialista en Bioética, Pontificia Universidad Javeriana (2001), Licenciada en Biología, Pontificia Universidad Javeriana (1969).

⁴ Docente investigadora. Maestría en Filosofía Latinoamericana-Universidad Santo Tomás (2004); Especialización en Docencia Universitaria- U. Santo Tomás (2000); Profesional en Estudios Literarios y Humanísticos-Universidad Javeriana (1994).



PITALITO
Fotografía de Leonardo Montenegro

Key words: factors, pedagogical strategies, total brain, cognitive development, synapses, neurons, plasticity, flexibility, learning environments, emotions and feelings.

Neste artigo, aborda-se o tema do *cérebro que aprende*, cujo propósito é descrever o processo de aprendizagem do órgão pensante, a maneira pela qual seu desenvolvimento é possibilitado durante toda a vida através das inúmeras conexões sinápticas que se estabelecem entre os neurônios. Isso facilita a estimulação no que diz respeito às destrezas, habilidades e competências que propiciam a construção de novas aprendizagens. O quê prova a plasticidade, flexibilidade e adaptabilidade do cérebro, características que somente podem ser potenciadas mediante a implantação de ambientes favoráveis de aprendizagem e de fatores e estratégias pedagógicas que incrementem seu total desenvolvimento.

Deja que tu cerebro funcione de un modo espontáneo,
 permitiendo las conexiones automáticas
 entre todas las neuronas del mismo.

Deja que tu cerebro actúe de un modo consciente
 y lógico e inconsciente y espontáneo.

Piensa que en tu cerebro hay una gran cantidad de información.
 Millones de datos recibidos y archivados caóticamente
 y consciente o inconscientemente desde la infancia.

(Anónimo)

El proceso de sinapsis o comunicación interneuronal y la forma como estas células forman redes transmisoras de los impulsos que estimulan el cerebro y propician su accionar como procesador central, son de relevancia para el logro del aprendizaje. A través de este proceso también se puede observar la plasticidad neuronal, que es 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.

De esta manera, es posible apreciar la incidencia de la sinapsis en los procesos de aprendizaje que se desarrollan en la interacción docente–estudiante; el aprendizaje se considera como un aspecto de la plasticidad neuronal, puesto que es la modificación de la conducta de la persona, a partir de experiencias previas; ello indica que el cerebro aprende y debido a su plasticidad se modifica produciéndose cambios sinápticos de orden anatómico y funcional.

Lo descrito deja entrever que, mientras más conocimientos son acumulados por el cerebro, mayor es la inteligencia; el proceso de aprender, en suma, está supeditado a las conexiones sinápticas entre las células cerebrales, esto es, mientras más conexiones hay entre las neuronas, se incrementa el aprendizaje; lo cual depende del hemisferio interviniente, pues cada uno de ellos, aunque funciona de una manera especializada, no es independiente respecto del otro.

Por otra parte, las emociones también inciden en el aprendizaje, afectan la conducta del estudiante porque crean estados mente-cuerpo distintos. Las emociones desencadenan los cambios químicos que alteran nuestros estados de ánimo, conductas y, finalmente, nuestras vidas; éstas nos ayudan a tomar decisiones con más rapidez y mejor calidad; todo lo que experimentamos tiene un tono emocional, desde la calma a la ira, desde el dolor al placer, y desde estar relajado a sentirse amenazado. Dado que éstas median en nuestro significado, son de hecho la estructura para nuestro día.

Las ideas que en este trabajo se exponen son resultado de la investigación *factores y estrategias pedagógicas para el desarrollo del cerebro total*, que tiene el propósito de potenciar el desarrollo de los cuatro cuadrantes del cerebro, de acuerdo con la teoría del Cerebro Total propuesta por Ned Herrmann, con el fin de estimular las destrezas, habilidades y competencias que le permiten al estudiante la búsqueda y construcción de su propio aprendizaje.

El punto de partida de esta investigación se halla en los resultados obtenidos en el perfil de dominancia cerebral de los estudiantes de I, V y X semestres de Bacteriología (proyecto anterior), donde se pudo identificar las representaciones de los estudiantes, la organización conceptual, el estilo de pensamiento y su interrelación, lo cual significa que:

1. Los estudiantes no presentan dominancia cerebral en el cuadrante cortical derecho, es decir, demuestran poca creatividad, innovación, originalidad, e independencia entre otros aspectos.
2. Sus representaciones conceptuales demuestran mayor dispersión en casi la mitad de los siguientes aspectos analizados: conocimientos, creencias y juicios.
3. No aparece una diferencia tajante ni sustancial entre saber informal y conocimiento formal en los contenidos representacionales.

4. El conocimiento formal, se concentra en el nivel descriptivo prácticamente en todos los semestres, el cual requiere conocimientos generales y habilidades lógicas elementales como identificación de aspectos específicos o particulares.
5. La dificultad que tienen los estudiantes para construir conocimiento formal en el nivel explicativo, lo cual limita su potencial cognoscitivo y de aprendizaje de temas complejos.
6. Los estudiantes muestran interés y atención a aspectos de convivencia social y afectiva importantes para un mejor desarrollo de las relaciones interpersonales y profesionales, así como a una visión orientada más a integrar dichos aspectos a su práctica profesional (Campos *et al*, 2008).

En el desarrollo de este proyecto se resaltaron los factores de enriquecimiento estratégico para el aula y las estrategias metodológicas que favorecen la activación de la sinapsis y, por ende, el aprendizaje del estudiante.

La neurociencia y el cerebro

Las propuestas de investigación que se han formulado a partir de 1990 (década del cerebro) tienen como contexto la Neurociencia que se define así: «conjunto de ciencias, cuyo objeto de investigación es el sistema nervioso, con particular interés en cómo la actividad del cerebro se relaciona con el aprendizaje» (Kandel, Schwartz y Jessell, 1997) (Velásquez *et al*, 2006: 21). En este orden de ideas, Raúl Salas Silva (2003) alude a que el término *neurociencia*, citando a Beiras (1998):

hace referencia a campos científicos y áreas de conocimiento diversas, que, bajo distintas perspectivas de enfoque, abordan los niveles de conocimiento vigentes sobre el sistema nervioso. Es, por tanto, una denominación amplia y general, toda vez que su objeto es extraordinariamente complejo en la estructura, funciones e interpretaciones científicas de ambas. Se hace Neurociencia, pues, desde perspectivas totalmente básicas, como la propia de la Biología Molecular, y también desde los niveles propios de las Ciencias Sociales. De ahí que este constructo involucre ciencias tales como: la neuroanatomía, la fisiología, la biología molecular, la química, la neuroinmunología, la genética, las imágenes neuronales, la neuropsicología, las ciencias computacionales. El funcionamiento del cerebro es un fenómeno múltiple, que puede ser descrito a nivel molecular, celular, organizacional del cerebro, psicológico y/o social. La Neurociencia representa la suma de esos enfoques (Salas Silva, 2003:2).

Los neurocientíficos consideran como ciencia cognitiva esta nueva disciplina, por cuanto aborda el estudio de los mecanismos cerebrales responsables de nuestros pensamientos, estados anímicos, toma de decisiones, actitudes y acciones. En este

sentido, la cognición se define como la capacidad que tienen el cerebro y el sistema nervioso para recibir estímulos complejos, identificarlos y actuar en conformidad con ellos; es decir, describe todo lo que ocurre en este órgano y ayuda a conocer lo que nos rodea; este proceso involucra actividades mentales como: estado de alerta, concentración, memoria, raciocinio, capacidad creativa y experiencia emocional.

¿Qué es el cerebro y cómo está constituido?

El cerebro humano es un órgano biológico y social que se encarga de todas las funciones y procesos relacionados con el pensamiento, la intuición, la imaginación, la lúdica, la acción, la escritura, la emoción, la conciencia e infinidad de procesos que, gracias a la plasticidad entendida como la capacidad que posee el cerebro para cambiar respondiendo a las modificaciones del entorno, puede modificar las conexiones entre neuronas, la red de capilares que les proporcionan oxígeno y nutrientes y producir nuevas neuronas, todo ello, durante la vida de la persona y no solamente en la adolescencia o los primeros años de adultez como se creía anteriormente. Asimismo, es la capacidad del cerebro de crear o buscar nuevas alternativas o rutas de comunicación entre los centros de control de procesos específicos y asociados, dependiendo en gran medida de: la edad (la plasticidad es mayor en niños que en adultos), la magnitud y gravedad de la lesión (de existir), las lesiones previas (lesiones de neuronas), los efectos emocionales (características emocionales de la información). Es así que el cerebro humano responde con su plasticidad en las relaciones con otras personas y va asimilando aquello a lo que está expuesto; por esto, modifica su organización y funcionamiento con el fin de captar la abundancia de estímulos que le impone el mundo actual.

El proceso anteriormente descrito, permite que dicho órgano 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, actuar, aprender, conocer, amar y básicamente solucionar problemas. (Jiménez Vélez, 2003:30).

Como órgano biológico, el cerebro está conformado por células especializadas denominadas neuronas y células de neuroglia (Sprenger, 1999), citado por Salas Silva, (2003:6), posee más de cien mil millones de neuronas (10 a 15 mil millones presentes en la corteza cerebral) las cuales a través de las conexiones existentes entre las dendritas tienen capacidad de tocar a 10 mil neuronas y a su vez, ser tocadas por otras diez mil, sin contar mil billones de conexiones que se conocen como sinapsis, las cuales hacen deducir la dificultad de evaluar de manera cualitativa y cuantitativa a un estudiante.

Es importante recordar que las células cerebrales más numerosas son las de neuroglia que están constituidas por oligodendrocitos, astrocitos, microglia y conducto del epéndimo, cuya función es formar la barrera hemato-encefálica, transportar los nutrientes, regular el sistema inmunitario, eliminar las células muertas y dar un soporte estructural que mejora la resistencia (Jensen, 2004:27); así mismo, 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.

De igual manera, el axón es una prolongación delgada, larga y especializada que tiene como función conducir la información en forma de estimulación eléctrica y transportar sustancias químicas desde el cuerpo celular a otras neuronas, así como a múltiples tejidos; el axón posee filamentos finos denominados terminales axónicos o telodendrones, que contienen estructuras a manera de bulbo llamadas bulbos sinápticos terminales; éstos contienen sacos conocidos como vesículas sinápticas que almacenan los neurotransmisores, sustancias de las cuales depende que tenga lugar o no la transmisión de impulsos nerviosos. (Velásquez *et al*, 2006: 22). Igualmente, la mielina es una sustancia grasa que se forma alrededor de algunos axones; los más largos están envueltos en mielina la cual acelera la transmisión y reduce la interferencia de las otras reacciones cercanas.

Las neuronas se organizan en redes y sistemas, sin unión directa entre sí, la cual se realiza mediante la sinapsis o sitio de contacto entre las terminaciones de una neurona y las dendritas y cuerpos de otra. La mayor parte de la capacidad de aprendizaje de un organismo, depende de la sinapsis que incluye la porción terminal del axón de una neurona que en este caso sería la presináptica, y la región de interacción de ésta con la neurona con la que se comunica (postsináptica) así como el espacio sináptico, que separa a ambas zonas y está lleno de proteínas; éstas se adhieren a la membrana pre y post sináptica.

La mayor parte de la sinapsis es de tipo químico, y se sirve de moléculas llamadas neurotransmisores, para comunicarse entre sí. Entre los transmisores más importantes se encuentran: el glutamato, el ácido gamma-aminobutírico, acetilcolina, noradrenalina, dopamina, serotonina, endorfinas entre otros. (Velásquez *et al*, 2006: 22).

Combustible del cerebro: las células del cerebro consumen oxígeno y glucosa como combustible; cuanto más compleja es la tarea que este órgano realiza, más combustible consume; por tanto, es clave disponer de una cantidad apropiada

de combustibles en el cerebro para que éste funcione óptimamente. Según Souza (2002), los niveles bajos de oxígeno y glucosa en la sangre pueden producir letargo y somnolencia. Consumir una porción moderada de comida que contiene glucosa, (por ejemplo la fruta) puede estimular el desempeño y la exactitud de la memoria activa, la atención y la función motora.

De otra parte, el agua, esencial para la actividad cerebral saludable, es necesaria para la transmisión de las señales de las neuronas en el cerebro. Cuando hay baja concentración de agua, se disminuye la velocidad y eficacia de las señales. Más aún, el agua se encarga de mantener los pulmones húmedos, lo cual permite una transferencia eficiente de oxígeno al torrente sanguíneo.

En cuanto a las posibilidades del cerebro, éste tiene una gran capacidad adaptativa para la auto modificación estructural y funcional, con el fin de adecuarse a los requerimientos del entorno permitiendo la evolución del ser humano. Una demostración de la capacidad del cerebro de aprender, reaprender y desarrollar funciones fue dada por Liru Zhao en 2001, reafirmando que el Cortex aumenta en respuesta a un ambiente enriquecido mostrando en sus experimentos con ratones un hallazgo interesante en referencia a la edad: los ratones jóvenes aprenden más rápido y en menos tiempo que los ratones viejos, quienes aprenden menos rápido y en más tiempo; posteriormente varios investigadores hicieron pruebas en humanos donde los resultados se repitieron con la singularidad que la calidad (certeza y comprensión en el reconocimiento de la información almacenada en la memoria) de la información acumulada disminuyó de forma significativa en los menores de 30 años y así se mantuvo en las personas mayores de 40 años, a pesar que estos últimos necesitaron de un mayor tiempo para la asimilación del nuevo conocimiento.

¿Cómo aprendemos? Lo que el cerebro humano hace mejor es aprender, es modificado por el aprendizaje debido a que éste con cada estimulación y experiencia se realambra; utilizarlo de forma no habitual estimula la formación de conexiones neuronales. Al cerebro le estimulan los cambios, lo desconocido excita las redes neuronales, por esa razón los ambientes fluidos y variados despiertan la curiosidad favoreciendo el aprendizaje. Para el desarrollo cerebral es muy importante la riqueza de estímulos y emociones positivas.

El proceso cerebral de aprender y recordar está relacionado con los transmisores y receptores neuronales que posibilitan por igual en la adaptabilidad del cerebro a los estímulos externos. La flexibilidad de las comunicaciones entre neuronas (sinapsis) es la que permite que nuestro cerebro recuerde la información importante y olvide la insignificante. El cerebro tiene una admirable capacidad para reorganizarse, y aunque en un momento determinado lo utilizemos en su totalidad, siempre podemos aprender más (Blakemore y Frith, 2008:22).

En este sentido, la programación genética no basta para que se produzca el desarrollo normal del cerebro, pues también se requiere la estimulación ambiental. Es un hecho científico que las áreas sensoriales del cerebro sólo pueden desarrollarse cuando el entorno contiene diversos estímulos sensoriales: imágenes, texturas y sonidos; asimismo, para el desarrollo normal del cerebro son necesarias tanto la cultura como la naturaleza. Es importante señalar que el cerebro adulto es flexible, puede hacer que crezcan células nuevas y establecer nuevas conexiones, al menos en algunas regiones como el hipocampo. Aunque con el tiempo la información nueva se guarda cada vez con menos eficiencia, no existe límite de edad para el aprendizaje. Es así que ciertos estudios sobre plasticidad sugieren que el cerebro está bien armado para aprender durante toda la vida y adaptarse al medio, y que la rehabilitación educacional en edad adulta es posible. (Blakemore, y Frith, 2008:25-29).

En conclusión, los cambios en el cerebro se producen en función de las redes neuronales y del uso, pues lo que no se usa se pierde. A diferencia de los ordenadores no se puede aprender una destreza nueva y conservarla para siempre si no se practica. Hemos visto que el cerebro se adapta continuamente a su entorno, es lo que nos enseñan las investigaciones sobre la plasticidad del mismo, pues mientras más aprendamos sobre sus funciones y posibilidades mayores logros alcanzaremos en los procesos de aprendizaje.

Estados emocionales que inciden en el aprendizaje

Las emociones desagradables como la ira, la tristeza, la depresión, la ansiedad, preocupaciones, entre otras, inciden en el aprendizaje, al paralizar la capacidad mental cognitiva, «memoria activa», es decir la capacidad de retener en la mente toda la información correspondiente a la actividad que se está realizando.

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.

Las emociones dirigen la atención, crean significado y tienen sus propias vías de recuerdo según Le Doux (1994) referenciado por Jensen (2004:104) ayuda a la razón a centrar la mente y fijar prioridades, por ejemplo nuestro lado lógico dice «fija un objetivo» pero sólo nuestras emociones nos dan la fuerza y la pasión para preocuparnos hasta el punto de actuar sobre ese objetivo (Jensen, 2004:105).

De acuerdo con lo expresado por Jack Mayer (2000) «las emociones transmiten tanta información, como los datos o la lógica... Es así como tres descubrimientos en el ámbito de las emociones han cambiado nuestro modo de pensar sobre ellas; en primer término, el de las vías físicas y prioridades de las emociones; en segundo

término, los hallazgos sobre los componentes químicos del cerebro implicados en las emociones; en tercer lugar, un vínculo entre estas vías y los componentes químicos con el aprendizaje y el recuerdo cotidianos». Con relación al primer descubrimiento, éste dio a las emociones algo sólido, es decir, un tipo de realidad con fundamento que se puede medir, es información concreta como la que se puede ver en una pantalla.

Por lo general, los neurocientíficos separan emociones y sentimientos; las primeras se generan a partir de vías biológicamente automatizadas: gozo o placer, miedo, sorpresa, disgusto, ira y tristeza entre otras emociones⁶. En este orden de ideas,

⁶ Mayer forma parte de una organización creada en 2000 y sus principales objetivos se orientan a la promoción de la inteligencia emocional. Conforma un equipo de especialistas que se dedica a impartir diferentes talleres y cursos independientes, hasta alcanzar un Programa completo de Desarrollo para Liderazgo basado en la Inteligencia Emocional. Así mismo, utiliza técnicas y herramientas con experiencia comprobada para el desarrollo y aprendizaje de la inteligencia emocional, con base en la experiencia de aprendizaje, la teoría del cambio intencional, la plasticidad neuronal, aprendizaje en los adultos, las mejores prácticas en inteligencia emocional, el aprendizaje implícito, las evaluaciones en inteligencia emocional de inicio y fin de proyectos entre otros temas. Para consultas puede accederse a la página santiago@talentoemocional.com y santiagotalento@prodigy.net.mx.

los estudios culturales transversales indican que las emociones citadas son universales. Las únicas emociones para las cuales los investigadores han hallado lugares o ubicaciones específicas en el cerebro, son el miedo y el placer. Por tal razón, los primeros modelos biológicamente vinculados con el aprendizaje estuvieron dominados por estudios sobre amenazas y recompensas; al estar implicadas las emociones, encontramos un enorme grupo de modos específicos y científicos para medir con exactitud lo

que ocurre, incluyendo las respuestas cutáneas (sudor y rubor), ritmo cardíaco, presión sanguínea entre otros.

En este contexto, los estudiantes necesitan aprender las destrezas de la inteligencia emocional de un modo repetitivo que convierta las conductas positivas en automáticas como las negativas; esto es importante por cuanto los estudiantes afrontan amenazas emocionales, psicológicas y físicas como si éstas pusieran en peligro sus vidas (Jensen, 2004:107) las emociones son nuestra personalidad y nos ayudan a tomar la mayoría de nuestras decisiones.

El psicólogo Daniel Goleman (2000)⁷, se refiere a las emociones como algo más sensible que la razón, la inteligencia emocional como la consciencia de los sentimientos, además agrega:

⁷ En el programa liderado por Meyer y otros especialistas sobre el tema se tienen en cuenta las más recientes investigaciones del cerebro humano conocidas como neurociencia afectiva y neurobiología de la emoción, para una exitosa resolución de problemas y una mayor sensación de bienestar. El programa está fundamentado por las investigaciones del Dr. Peter Salovey, Jack Mayer y David Caruso quienes descubren y acuñan el término de Inteligencia Emocional y del Dr. Daniel Goleman, quien documenta las investigaciones de Inteligencia emocional e Inteligencia Social. Véase al respecto la página web *Talento Emocional*. México.

El término «inteligencia emocional» se refiere a la capacidad de reconocer nuestros propios sentimientos y los ajenos, *de motivarnos y de manejar bien las emociones*, en nosotros mismos y en nuestras relaciones. Describe aptitudes complementarias, pero distintas, de la inteligencia académica, las habilidades puramente cognitivas medidas por el CI. Muchas personas de gran preparación intelectual, pero faltas de inteligencia emocional, terminan trabajando a las órdenes de personas que tienen un CI menor, pero mayor inteligencia emocional.

Según Gerardo Casas Fernández (2003), «el grado en que los trastornos emocionales puedan interferir la vida mental no es nada nuevo para los profesores. Los estudiantes que se sienten ansiosos, enfurecidos o deprimidos no aprenden; la gente que se ve atrapada en esos estados de ánimo no asimila la información de manera eficaz ni la maneja bien. Las emociones desagradables y poderosas (ira, ansiedad, tensión o tristeza) desvían la atención hacia sus propias ocupaciones interfiriendo el intento de concentración en otra cosa. Cuando las emociones entorpecen la concentración, lo que ocurre es que se paraliza la capacidad mental cognitiva que los científicos llaman “memoria activa”, la capacidad de retener en la mente toda la información que atañe a la tarea que estamos realizando. La memoria activa es una función ejecutiva por excelencia en la vida mental, que hace posible todos los otros esfuerzos intelectuales, desde pronunciar una frase hasta desempeñar una compleja proposición lógica».⁸ En este orden de ideas, es importante referirnos a algunos procesos relacionados con las emociones e implicados en el aprendizaje.

Factores de enriquecimiento estratégico para el aula

Cuando en la sinapsis se libera dopamina, serotonina y endorfinas, la transmisión del mensaje se da con mayor rapidez y facilidad; en este aspecto, se necesita estimular al cerebro para que secrete las sustancias en mayor cantidad, lo cual supone que en el aula de clase se debe permitir a los estudiantes que realicen diferentes actividades como , por ej, ponerse de pie, estirar el cuerpo, chocar las manos, trabajar en equipo, escuchar música; tales actividades estimulan el cerebro para que comience a liberar sustancias químicas. Es así que para enriquecer el cerebro del estudiante en la sala de clases, hay muchas aportaciones que nos entrega la neurociencia, entre ellas:

⁸Sobre el tema puede accederse a la página electrónica <http://www.binasss.sa.cr/bibliotecas/bhp/inteligencia1.doc>. y consultar al Profesor Asociado Escuela de Trabajo Social y Cátedra de Psiquiatría - Universidad de Costa Rica. Jefe del Servicio de Trabajo Social, Hospital Nacional Psiquiátrico.

eliminar la amenaza y el estrés: el cerebro responde a las amenazas de maneras predecibles, cuando es detectada, el cerebro reacciona a gran velocidad. Las amenazas activan los mecanismos de defensa y conductas que son importantes

para la supervivencia pero que son inapropiadas para el aprendizaje. Las amenazas conllevan al trauma, debido a eventos verbales, físicos o psicológicos por parte de los padres, amigos o profesores; falta de control en situaciones de humillación y vergüenza.

Determinados traumas pueden realambrazar el cerebro, las tensiones producto de éstas alteran la actividad de casi todos los neurotransmisores en una zona específica del cerebro y puede producir cambios en los sitios receptores del mismo. Para reducir la tensión producida por la amenaza, los docentes deben enseñarle a los estudiantes a planificar el tiempo, técnicas de respiración, habilidades de relación interpersonal y el rol del recreo, así como recurrir al apoyo de sus pares, juegos, ejercicios, debates y celebraciones; asimismo desarrollar un clima de clase favorable al aprendizaje, evitando la amenaza o intimidación y estableciendo un ambiente democrático en el cual los estudiantes sean tratados equitativamente y tengan libertad para manifestar sus opiniones. (Salas Silva, 2003: 54).

Asimismo, el estrés contribuye a afectar negativamente el aprendizaje, igualmente las situaciones de temor, mientras que la motivación y las recompensas inciden en sentido contrario, es decir, favorecen el proceso, sin excluir las emociones que son el ingrediente básico de la motivación.

Estimular el proceso lecto-escritural: para lograrlo, se requiere de ejercicios constantes por parte del estudiante, como una práctica cotidiana, para que el cerebro realice conexiones sinápticas que faciliten la adquisición de habilidades lectoescriturales que les permita potenciar el aprendizaje.

Es así que las técnicas de lectura que promueven y facilitan los procesos mentales en las actividades de aprendizaje se basan en un cuestionario previamente elaborado que sirve de guía a los estudiantes, en el cual se les pide identificar las ideas fuerza o síntesis del tema (principales); captar hechos específicos o detalles llamativos; aclarar puntos oscuros o confusos; seguir las instrucciones dadas por el docente; elaborar un esquema o síntesis de la lectura; establecer cómo organiza el pensamiento el autor del tema; además, se les pregunta sobre cuántos verbos de la tercera conjugación hay en el párrafo; qué palabras clave relacionadas con el tema emplea el autor; indicar tres pasos que dio el autor para enunciar el tema; identificar los sinónimos y antónimos utilizados por el mismo en la lectura; tomar nota de las palabras cuyo significado ignoran y buscar éste en el diccionario; estructurar oraciones y párrafos con estas palabras y reescribir el texto utilizando las propias ideas sin alejarse del tema. De esta manera, se pretende desarrollar en el aula las habilidades lecto escriturales para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

Reforzar la estimulación motora: ésta es importante por cuanto suministra oxígeno al cerebro y neurotropinas (alimento alto en nutrientes) para mejorar el crecimiento y producir nuevas conexiones neuronales; de igual modo, el ejercicio aeróbico

estimula la memoria, ofrece beneficios mentales duraderos, provoca una rápida respuesta de adrenalina-noradrenalina y una recuperación acelerada. Cuando el cuerpo trabaja se prepara mejor el cerebro para responder de manera rápida a los retos que se le presentan, las reacciones son más rápidas, se piensa mejor, se recuerda más, y se reduce el estrés; es así que cantidades moderadas de ejercicio (3 veces por semana 20 minutos diarios) tienen efectos beneficiosos en el cerebro que aprende, y es uno de los mejores modos de estimularlo. El ejercicio constante genera la producción de un factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), es una sustancia natural que realiza la cognición fomentando la capacidad de las neuronas para conectarse entre sí.

De acuerdo con la investigación de Dustman citado por Jensen (2004:123) se reveló que entre tres grupos de prueba, quien hacía ejercicios aeróbicos enérgicos mejoraba la memoria a corto plazo, el tiempo de reacción y la creatividad. Por otra parte, en las investigaciones sobre el movimiento se sugiere que ciertas actividades de giro fomentan el estado de alerta, la atención y la relajación en el aula, lo cual estimula con frecuencia el cerebro a través del movimiento de mecerse que activa la zona vestibular.

Enfatizar en el desarrollo de cualquier arte: es importante enfatizar en la relevancia que tiene para los estudiantes el desarrollo de cualquier arte, el cual contribuye con un mejor pensamiento visual, una óptima resolución de problemas, mayor riqueza de lenguaje y creatividad (Simmons, 1995, citado por Jensen, 2004:123); por ejemplo, la música ejerce una función significativa al reforzar una amplia gama de habilidades sociales y de aprendizaje como: razonamiento abstracto, coordinación y creatividad, capacidad verbal y lectura; también activa la memoria procedimental y, por tanto, un aprendizaje duradero. (Jensen, 2004:60) Así mismo, James Hanshumacher 1980 citado por Jensen (2004:60) concluyó que la educación artística facilita el desarrollo del lenguaje, mejora la creatividad, fomenta la disposición para la lectura, ayuda en el desarrollo social y apoya el rendimiento académico.

Captar la atención de los estudiantes: proceso cognitivo que promueve la supervivencia y amplía los estados placenteros. Según investigaciones previas «los sistemas de atención están localizados por todo el cerebro; los contrastes de movimiento, sonidos y emociones (como la amenaza) consumen la mayor parte de nuestra atención; los componentes químicos tienen la función más significativa en la atención; los genes también pueden estar implicados en la atención» (Jensen, 2004:66). Según lo anterior, la falta de atención inhibe el aprendizaje y, por ende, el desarrollo total del cerebro.

Estimular la relajación: para estudiar y aprender con todo el cerebro, la relajación (entendida como un estado de conciencia que se busca voluntaria y libremente con el objetivo de percibir los niveles más altos que un ser humano puede

alcanzar, de calma, paz, felicidad, alegría.un equilibrio interior que se obtiene a través de la respiración y concentración mental) facilita la concentración y, por ende, la capacitación de nuevas ideas y conocimientos: «cuando hay una relajación profunda, la energía cerebral puede generar un gran cambio en cuanto a la comprensión de las ideas, conceptos y problemas». Se logra así una sincronización total, lo cual genera una máxima tranquilidad mental, es decir, la mente se halla más despejada y es más receptiva, tiene mayores probabilidades de creatividad y esto propicia el trabajo y la conexión de los dos hemisferios, es así como «con clima mental relajado se potencia la capacidad de aprendizaje y estudio posibilitando un mayor rendimiento» (Ontoria, 2005:69).

Algunas de las ventajas que ofrece la relajación son: ayuda a reducir conductas que interfieren durante el aprendizaje; cambia la conducta que, si bien no interfiere en el mismo, podría ser perjudicial para el estudiante en otros niveles; puede dar como resultado un mejor autoconcepto y un mayor sentimiento de autoestima; si reduce las conductas socialmente inaceptables, podrá producir un mayor sentimiento de normalidad; puede aumentar el bienestar físico incrementando el tono muscular y desarrollando un mejor control sensorio-motor. Para lograr la relación es especialmente útil el uso de la imaginación: visualización, recreación de imágenes dirigidas, escuchar música entre otros.

En este orden de ideas, de acuerdo con Hunt (1997) citado por Ontoria, se entiende que los docentes que realizan prácticas de relajación en el aula, deberán tener en cuenta que es necesario observar la actitud de cada uno de los estudiantes en las sesiones de clase para ejecutar las correcciones y orientaciones oportunas. Desde la perspectiva del estudiante, la relajación mejora la capacidad de recibir información, activando los recursos corporales para una mayor conciencia interior y, por tanto, para aprender. En este sentido, se trata de eliminar las amenazas del clima envolvente del aprendizaje y crear un ambiente de tranquilidad y permisividad que permite enfrentarse a las dificultades y experiencias con una actitud positiva y confiada, lo cual conlleva una apertura a la realidad (Ontoria y Molina, 1988).

Utilizar algunos recursos didácticos: colores, imágenes, símbolos, diagramas, metáforas e historias son ventajosas para el proceso de aprendizaje, puesto que estimulan el hemisferio derecho y potencian la conexión con el izquierdo logrando así el aprendizaje total. Las indicaciones anteriores interfieren con las normas tradicionales sobre el aprendizaje, pues en la cultura occidental se ha tratado habitualmente de potenciar únicamente el estudio con el hemisferio izquierdo, marginando las posibilidades de integrar el hemisferio derecho.

Se trata, pues, de utilizar en lo posible todos los recursos disponibles para desarrollar el cerebro total en el proceso de aprendizaje, teniendo en cuenta su capacidad ilimitada de almacenamiento de información; por ello se le considera

la computadora más perfecta de la naturaleza, quizá éste ha sido el modelo para crear los ordenadores «inteligentes», cuyas posibilidades son limitadas si los comparamos con el cerebro humano y jamás llegarán a superarlo.

Establecer una relación entre los hemisferios derecho e izquierdo: de tal modo que se puedan aprovechar las funciones de ambos; en este sentido se busca la organización de paquetes informativos enriquecidos con elementos sensoriales, de tal manera que el componente verbal formado por conceptos y palabras, esté reforzado por la creatividad de imágenes y símbolos, dando lugar a una unidad o estructura de conocimiento (Ontoria, 2005:91).

En este sentido, Ontoria (2005) y otros investigadores aluden a la necesidad imperativa de impulsar los cambios que requiere la educación actual, de acuerdo con las exigencias sociales, los nuevos planteamientos y tendencias de la pedagogía en el contexto mundial, los cuales deben ser tenidos en cuenta por los profesionales de la educación, quienes deben actualizarse constantemente, puesto que la sociedad empieza a cambiar casi al ritmo vertiginoso del mundo. Por tanto, en expresión de los autores citados: «si la sociedad cambia, el sistema educativo no puede permanecer ajeno a dicho fenómeno. En el fondo, la actualización del profesorado no es sólo un problema de “estar al día”, sino que se adentra en el campo de la ética profesional y del compromiso personal» (Ontoria *et al*, 2005:12).

Estrategias para el desarrollo del cerebro total

Es importante enfatizar que la sociedad de la información y del conocimiento se caracterizará por: eclosión de investigación; cambio del espacio conceptual; ampliación planetaria; influencia y transformación cultural. En este sentido, es comprensible que «la disponibilidad de información no equivale al conocimiento y el poder en que se apoya la nueva sociedad, es precisamente el conocimiento, que permite tomar las decisiones en el aspecto económico y personal. Existen diferencias entre información y conocimiento; la información se compone de datos y acontecimientos, mientras que el conocimiento se relaciona en la comprensión y el significado que se dé a la información» (Ontoria, *et al* 2005:22) aporte según Mc Carthy (1991:26) «el reto de la Era de la información se define como creación del conocimiento a partir de la información».

Por lo anterior, se comprende que con el apoyo de los avances científicos, se plantea una nueva concepción de aprendizaje con base en nuevas estrategias, teniendo en cuenta el pensamiento crítico independiente, divergente, holístico innovador y creativo; son estas dos características que distinguen el verdadero aprendizaje, en el cual es base y protagonista la persona que se forma. «La capacidad de aprender se desarrolla mediante la conciencia constructiva, la convergencia cuya dimensión cognitivo-emocional y verbal-neurológica se orienta

hacia los enfoques significativos dinámicos dirigidos a la construcción de nuevos conocimientos, experiencia que contribuye al cambio de comportamientos gracias a la apertura mental, a la comprensión de nuevas estructuras del saber relacionadas con la persona, el entorno, las creencias, la identidad y la resolución de problema» (Ontoria, 2005:51).

En este contexto, es necesaria una transformación de los diferentes escenarios o ambientes en los que se desarrollan los estudiantes. Según García Cano (2007) se puede entender el ambiente como un entorno dinámico, con determinadas condiciones físicas y temporales, que posibilitan y favorecen el aprendizaje o desarrollo de las dimensiones del ser humano dependiendo de su edad. En este orden de ideas De Pablo (1999:8-9, citado por García Cano (2007) aduce que el ambiente se relaciona con la organización del espacio, disposición y distribución de los recursos didácticos, el manejo del tiempo y las interacciones que se realizan en el aula.

El autor en mención expone cómo el ambiente es una fuente de riqueza, una estrategia educativa y un instrumento que respalda el proceso de aprendizaje, pues permite interacciones constantes que favorecen el desarrollo de conocimientos, habilidades sociales, destrezas entre otros; el ambiente es un concepto vivo, cambiante y dinámico, lo cual supone que debe «[...] *cambiar a medida que cambian los intereses, necesidades, edad y el entorno en que estamos inmersos*».

Con relación a lo previamente expuesto, Trister y Colker (2000) citado por García Cano (2007) exponen las razones por las cuales un ambiente permite el desarrollo social, emocional, cognitivo y físico. Según las autoras citadas, es en el ambiente en donde se desarrollan la autonomía, el autocontrol, la iniciativa, el pensamiento concreto y literal, se potencia el lenguaje, el pensamiento abstracto, entre otros aspectos.

En lo concerniente a ambientes de aprendizaje, Duarte (s.f.) sostiene que éstos constituyen el escenario propicio donde se desarrollan condiciones favorables al mismo; igualmente, contempla las condiciones materiales necesarias para la implementación del currículo, las relaciones interpersonales básicas entre maestros y estudiantes. Interpretando a Duarte (sf), pensar en un ambiente de aprendizaje significa, tener en cuenta la organización y disposición espacial del aula, las pautas de comportamiento que en ella se desarrollan, el tipo de relaciones que mantienen las personas con los objetos y entre ellas mismas, los roles que se establecen y las actividades que se realizan.

Según Loughlin, E. y Suina, H. (1997), citados por García Cano (2007) el ambiente de aprendizaje describe cómo los profesores piensan y toman decisiones en torno al diseño y empleo del espacio, y a la disposición de los materiales. De acuerdo

con los autores mencionados, los docentes deben realizar las siguientes acciones específicas a la hora de disponer un ambiente de aprendizaje: «*Organización espacial, dotación y disposición de los materiales para el aprendizaje, y organización para propósitos especiales*» (Loughlin y Suina, 1997:25), las cuales consisten en: *organización del espacio*. La organización y distribución espacial responde, al modelo pedagógico que guía a la institución educativa; a la planificación y organización para que los estudiantes alcancen los objetivos propuestos, se respete la intervención educativa y las diferencias individuales y grupales, así como la flexibilidad.

Dotación y disposición de los materiales. Ésta consiste en diseñar materiales adecuados a las actividades a desarrollar en el aula, de acuerdo con el componente temático; estos materiales deben ser creativos, innovadores, lúdicos y significativos para los estudiantes.

Organización para propósitos especiales. Este aspecto hace alusión a la organización específica para atender a las necesidades y propósitos del aprendizaje.

En conclusión, en los escenarios de aprendizaje se trata de propiciar un ambiente que posibilite la comunicación y el encuentro con las personas, dé lugar a materiales y actividades que estimulen la curiosidad, la capacidad creadora y el diálogo, y se permita la expresión libre de las ideas, intereses, necesidades y estados de ánimo de todos, en una relación ecológica con la cultura y la sociedad en general (Duarte Duarte, s.f:32).

Con base en el contexto anterior, se plantean algunas prácticas para contribuir a enriquecer los ambientes de aprendizaje y, por ende, desarrollar el cerebro total mediante estrategias pedagógicas tales como: mapas mentales, mapas conceptuales, mapas holoárquicos, uve heurísticas, solución de problemas, lecto-escritura, estrategia por búsqueda, descubrimiento y construcción basada en el uso del Internet-webquest y utilización de la lúdica entre otras.

En este orden de ideas vale la pena resaltar el hecho, como lo afirma Blakemore (2008:19) que *El cerebro ha evolucionado para educar y ser educado... es la máquina gracias a la cual se producen todas las formas de aprendizaje... es también el mecanismo natural que pone límites en el aprendizaje, así como determina lo que puede ser aprendido, cuánto y con qué rapidez*. Es por ello, que en el proceso de enseñanza – aprendizaje los profesores pueden contribuir a modificar el cerebro de sus estudiantes.

De otra parte, vale la pena resaltar que el cerebro adulto es flexible, puede hacer que crezcan células nuevas y establecer nuevas conexiones, al menos en algunas regiones como el hipocampo. A pesar de que con el tiempo la nueva información se almacene con menos efectividad, no existe límite de edad para el aprendizaje (Blakemore, 2008); la capacidad del cerebro de adaptarse permanentemente a situaciones cambiantes, depende fundamentalmente de su plasticidad y de cuánto

se usa; el cerebro está conformado para aprender durante toda la vida, así como para adaptarse al medio; es claro también que el cerebro adulto se vuelve menos maleable, es decir, el aprender cosas nuevas requiere de más tiempo, así mismo existe una amplia capacidad para el cambio, limitada sí, por el paso de los años o arribo a la vejez (Blakemore, 2008).

Finalmente, es importante resaltar que el cerebro como cualquiera de nuestros órganos del cuerpo, se desarrolla y madura mientras crecemos; experimenta un desarrollo rápido poco después del nacimiento y a lo largo de la infancia temprana y tiene periodos sensibles para el aprendizaje. En la adultez conserva su flexibilidad y plasticidad que permite el crecimiento de nuevas células y, por ende, el establecer nuevas conexiones, así como la capacidad de adaptación a diversas situaciones.

En este sentido, se requiere que los docentes durante el proceso de acompañamiento para el desarrollo del aprendizaje, transformen e innoven sus estrategias metodológicas con el objeto de potenciar los cuatro cuadrantes cerebrales como aconsejan Hermann, Gardié, Jiménez Vélez, Salas Silva, Mac Clean, Sperry, Gardner, Jensen, Blakemore, entre otros especialistas en el tema.

Bibliografía

Blakemore, Sarah-Jayne./Utafrih. 2008. *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Ariel: Barcelona.

Caine, R. N. y G. Caine. 1997. *Education on the Edge of Possibility*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Educational Development. ASCD.

Campos, Miguel A. 2008. «Representaciones, conocimiento formal y estilo de pensamiento. El caso de los estudiantes de Bacteriología y Laboratorio Clínico de la U.C.M.C.» Bogotá: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Duarte, J. (s.f.). «Ambientes de aprendizaje una aproximación conceptual». En *Revista Iberoamericana de Educación*.

García, Cano. 2007. *Ambiente de aprendizaje*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Goleman, Daniel. 1996. *La inteligencia Emocional*. Panamericana Formas e Impresos S.A, Bogotá.D.C.

Jensen, Eric. 2004. *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Nancea: Madrid.

Jiménez V., Carlos. 2003. *Neuropedagogía, lúdica y competencias*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

Kandel, Eric; Schwartz, James y Thomas Jessell. 1997. *Neurociencia y conducta*. Madrid: Prentice Hall.

Liu, A.; Tam, W. C. C.; Xie y J. Zhao. 2002. "The relationship between regional cerebral blood flow and the wisconsin card sorting test in negative schizophrenia". *Psychiatry and clinical neurosciences*, 56,1:3-7.

Ontoria A. 2005. *Aprender con mapas mentales. Una estrategia para pensar y estudiar*. Narcea: Madrid.

Salas Silva, R. 2003. *Neurociencia y educación. Cómo hacer una enseñanza más de acuerdo con la manera como aprende el cerebro*. Santiago: Lafken Wangülen,

Souza, D. 2002. *How the Special Needs Brain Learns*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press Incorporated.

Velásquez, B., Calle, M., Remolina, N., 2006. *El cerebro: un mundo de posibilidades para el aprendizaje*. Bogotá: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.