

DE LA ENSEÑANZA BASADA EN PROCESOS MENTALES AL NEUROAPRENDIZAJE: EVIDENCIAS BIOLÓGICAS

Maritza Rojas de Gudiño
Universidad José Antonio Páez. San Diego Estado Carabobo. Venezuela
mrojasgudi@gmail.com

Resumen: En este artículo se presenta una revisión, de los aportes de la Neurociencia al aprendizaje, pues gracias a los avances tecnológicos actuales, la neuroimagen ha suministrado evidencia biológica de las teorías psicológicas en las que se fundamenta desde hace más de una década la enseñanza basada en procesos. Estas teorías han tratado de explicar los fenómenos cognitivos y fueron formuladas por importantes investigadores como Howard Gardner, Robert Sternberg, David Perkins, Daniel Goleman y la venezolana Margarita de Sánchez, creadora del Programa de Desarrollo de Habilidades del Pensamiento, aplicado en varias instituciones educativas, entre ellas, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Se vinculan aquí, los fundamentos teóricos de ese Programa con el Neuroaprendizaje, el cual estudia los mecanismos biológicos cerebrales subyacentes en los procesos mentales involucrados en la construcción de conocimiento.

Palabras clave: Neurociencia, neuroaprendizaje, habilidades del pensamiento, procesos mentales.

FROM TEACHING BASED ON THE MENTAL PROCESSES TO NEUROLEARNING: BIOLOGICAL EVIDENCE

Abstract: This article presents a review of the contributions of neuroscience to learning, because thanks to ongoing technological advances, neuroimaging has provided biological evidence of the psychological theories found on processes - based education for more than a decade. These theories attempt to explain cognitive phenomena and they were made by leading researchers such as Howard Gardner, Robert Sternberg, David Perkins, Goleman and Venezuela's Margarita Sanchez, creator of the Development of Thinking Skills, applied in various educational institutions, among them, the Faculty of Engineering of the University of Carabobo. Here are linked, the theoretical foundations of this program with Neurolearning, which studies the brain biological mechanisms underlying the mental processes involved in the construction of knowledge.

Key words: Neuroscience, neurolearning, thinking skills, mental processes.

INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años, Nickerson, Perkins y Smith (1998), presentaron evidencias de que las habilidades del pensamiento no se adquieren espontáneamente con el estudio de otras asignaturas. Hoy en día el gran dilema sigue siendo decidir si se separa o no su enseñanza del resto del plan de estudios. Para algunos, la salida intermedia, es su incorporación a través de todo el plan de estudios, contextualizándolas a cada área de conocimiento en particular, tal como lo sugirió el Informe Delors (UNESCO, 1996). Es una situación ideal que presenta una dificultad mayor, pues no siempre se puede contar con una plantilla de profesores que haya desarrollado espontáneamente competencias para enseñar tanto habilidades de pensamiento como los conocimientos de su propia asignatura. Unido a esto está la resistencia natural tanto de alumnos y profesores a cambiar sus paradigmas educativos (Perkins, 1995). En este artículo se analizan los fundamentos teóricos de la enseñanza basada en procesos, a fin de vincularlos a las evidencias biológicas que nos ofrece hoy en día la

neuroimagen, sobre la manera como aprende el cerebro y sobre cómo se desarrollan las competencias de formación integral. Esto permitirá responder las siguientes interrogantes ¿Siguen estando vigentes los principios que fundamentan la enseñanza basada en procesos? ¿Hay alguna relación entre la enseñanza basada en procesos y el desarrollo de competencias de formación integral? ¿Hasta que punto puede ayudar a profesores y estudiantes la comprensión del funcionamiento cerebral?

FUNDAMENTOS DE LA ENSEÑANZA BASADA EN PROCESOS

El proceso mental en el aprendizaje

Mayer (1985), considera que pensar, en un sentido amplio, es la búsqueda o elaboración de significados por medio de los cuales el individuo le da sentido a su experiencia, que requiere procesos cognitivos internos. Es decir, considera que pensar es una actividad mental que mueve al individuo cuando resuelve un problema, desde un estado dado hasta uno deseado, mediante una serie de etapas o pasos.

Bruner y colaboradores en su obra (Bruner, 2001), consideran que el pensamiento no es una iluminación repentina, sino una situación que ocurre en el tiempo en múltiples etapas, cuyos errores pueden ser corregidos en cada una de ellas. Los autores realizaron múltiples experimentos para analizar las estrategias que usan las personas para conceptualizar su pensamiento. Jerome Bruner fue uno de los primeros en darse cuenta que la mayoría de los procesos cognitivos son procesos de categorización. Cada categoría es básicamente un conjunto de eventos que pueden ser tratados de la misma manera. Las categorías no existen en el entorno: son interpretadas por la mente humana. Las interpretaciones corresponden a las inferencias que hace cada quien según su propia experiencia y los conceptos corresponden a una secuencia de esas inferencias. La actividad cognitiva dependerá de la colocación de un evento o situación en la categoría adecuada. Eso significa que la información que se recibe del exterior no es un simple estímulo, pues su potencial dependerá de la manera como se interprete.

Aunque la obra original fue escrita en 1956, iniciando la revolución cognitiva, los autores consideran que hoy en día sigue teniendo la misma vigencia.

Margarita de Sánchez (2002), define los procesos mentales como un operador intelectual capaz de transformar un estímulo externo en una representación mental, o una representación mental en otra representación o en una acción motora. Ellos proporcionan los mecanismos para construir, comprender, aplicar, extender, delimitar y profundizar el conocimiento.

Los procesos a su vez son conceptos, pues cada proceso tiene un significado que lleva implícita la acción que lo caracteriza, la cual es ejecutada siguiendo el procedimiento que corresponde. La práctica de procedimientos, bajo condiciones controladas, genera las habilidades de pensamiento.

Esto significa que los procesos, procedimientos y las habilidades están estrechamente relacionados entre sí. El proceso existe por sí mismo, independientemente de la persona que lo ejecuta, el procedimiento proviene de la operacionalización del proceso y la habilidad es una facultad de la persona, cuyo desarrollo requiere de un aprendizaje sistemático y deliberado.

La enseñanza de procesos y la transferencia de procesos a la enseñanza

En su artículo ya mencionado, Sánchez plantea que la enseñanza basada en procesos propone la aplicación de procesos mentales para propiciar el manejo del conocimiento y el diseño de una didáctica

que conduzca al logro del aprendizaje. Esta metodología de enseñanza está basada en un modelo de aprendizaje activo, significativo y centrado en el constructivismo y dirigido al desarrollo de la potencialidad de las personas para aprender y aprender a aprender.

Para la autora, la participación del estudiante debe ser activa y voluntaria, pues se requiere la concientización e intencionalidad del acto mental involucrado en el proceso de aprendizaje. Esto propiciará tanto el aprendizaje de los procesos de pensamiento como la transferencia de esos procesos de pensamiento a una variedad de ámbitos, situaciones y áreas del saber. Se le da particular importancia, al desarrollo de las habilidades metacognitivas, las cuales propiciarán el logro de actitudes y valores propios del pensamiento lógico, crítico, creativo y emocionalmente equilibrado, la interacción satisfactoria con el entorno y el desarrollo personal integral.

Según Sánchez, la didáctica basada en procesos se apoya fundamentalmente en el estímulo al aprendizaje, la reestructuración cognitiva del sujeto y el diagnóstico del progreso y logro del que aprende. Este modelo de enseñanza debe centrarse en la formación de imágenes o representaciones mentales y en el desarrollo de los hábitos mentales que propicien la construcción social y la transferencia del conocimiento. Para ello se requiere un ambiente instruccional flexible y de apertura mental que permita y estimule la interacción, la participación individual y grupal, la libre discusión e intercambio de ideas, el respeto a la diversidad y la posibilidad de aprender tanto de los errores como de los aciertos.

¿Enseñar a pensar o Aprender a aprender?

En general, enseñar a pensar es toda iniciativa que mejore habilidades como el razonamiento, la toma de decisiones, la solución de problemas y la creatividad. La eficacia de esta enseñanza dependerá de la magnitud y persistencia del efecto y de su grado de generalización o transferencia a otros contextos (Perkins, 1999)

Según Costa (2009), una de las estrategias que más ayuda es hacer que el individuo describa los procesos mentales que está utilizando, los planes que está formulando, e identifique la información que tiene y la que le falta para lograrlo. Además de las habilidades cognitivas, se deben desarrollar habilidades metacognitivas para poder identificar mejor los aciertos, errores u omisiones en el modo de pensar, a fin de planificar y dirigir mejor el curso de acción del pensamiento. Esto requiere un cierto grado de autoevaluación y autocontrol estratégico. Significa pues que la metacognición es fundamental para

mejorar la manera de pensar. El desarrollo de la habilidad metacognitiva permite aprender a pensar.

Por otra parte, los individuos necesitan cada vez más la aplicación de estrategias que les permitan enfrentarse a una información que cambia de manera vertiginosa, para organizarla, separar lo relevante de lo no relevante, combinar lo relevante con los saberes anteriores si hace falta, para transformarla en conocimiento y utilizarla más tarde según el contexto (Davidson, 2003).

Es importante señalar que Perkins, en su obra anteriormente citada, hace la acotación de que este proceso comienza en forma espontánea a edad muy temprana, pero eso no es suficiente: hace falta que los profesores ayuden a sus alumnos a aplicar mejores enfoques y estrategias que les permitan desarrollar ese potencial de aprendizaje autónomo. A pesar de ello, la enseñanza de estas estrategias de aprendizaje autónomo ha sido bastante exitosa, en aquellos casos en que tanto los docentes como los alumnos le prestaron la debida atención y valoraron su importancia.

Lo que aporta el Informe Delors

El Informe Delors fue elaborado, a petición de la Unesco (1996), por una comisión internacional conformada por personas que trabajaban en el mundo educativo. Estuvo presidida por Jacques Delors, de allí su nombre. Este informe sugiere enfocar la educación en forma integral, lo cual supone trascender la visión puramente instrumental, que la consideraba como la vía necesaria para obtener un empleo o una titulación.

Esa formación integral plantea cuatro pilares que se consideran fundamentales para la educación: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser.

Aprender a conocer, se refiere a la dimensión cognitiva del proceso. Combina una cultura general suficientemente amplia con la posibilidad de profundizar los conocimientos en pocas materias. Esto supone además aprender a aprender para poder aprovechar las posibilidades que ofrece la educación a lo largo de la vida.

Aprender a hacer, implica que además de adquirir habilidades se desarrollen competencias que le permitan al individuo hacerle frente a gran número de situaciones y a trabajar con otros.

Aprender a vivir juntos, desarrollando la comprensión del otro y respetando los valores de comprensión mutua, pluralismo, y paz.

Aprender a ser, para estar en condiciones de obrar con creciente capacidad de autonomía, de juicio y de responsabilidad personal.

Mientras los sistemas educativos formales le dan prioridad a los aspectos cognitivos en detrimento de otras formas de aprendizaje, el Informe Delors propone concebir la educación como un todo tomando en cuenta: memoria, razonamiento, sentido estético, capacidades físicas, aptitud para comunicarse y para resolver conflictos.

Muchos de estos aspectos ya habían sido considerados por los investigadores antes mencionados, aunque no de una forma tan determinante como lo hizo el Informe Delors.

El desarrollo de competencias de formación integral desde la perspectiva de los procesos

A pesar de toda la aceptación que logró en su momento el Informe Delors, casi quince años después, esta formación integral no ha sido lograda (Angulo, 2008). Este autor es detractor del movimiento en pro de las competencias en educación, especialmente en educación superior. Sin embargo, sus críticas se enfocan más bien hacia el uso del término "competencia", pues inicialmente este término se refería a la competencia laboral, lo cual contraviene con la misión formadora integral de la universidad más allá de las necesidades puntuales de los empleadores. Reconoce Angulo que en la actualidad hay diversas definiciones de competencias de acuerdo con los fundamentos epistemológicos involucrados. Es por eso que se pregunta ¿Por qué entonces utilizar el concepto de competencia cuando se podía haber utilizado otros términos más heurísticos y con raíces menos polémicas? La respuesta a esta interrogante escapa de los alcances de este artículo.

En este orden de ideas, Sergio Tobón (2005) propone un enfoque socioformativo complejo que implica la articulación y aplicación en diversos saberes y dimensiones: social, económica, política, religiosa, ambiental, etc. Es decir, se le está dando énfasis a la formación de personas integrales con compromiso ético, que busquen su autorrealización, que aporten al tejido social y que además, sean profesionales idóneos y emprendedores.

Este autor muestra seis aspectos esenciales en el concepto de competencias desde el enfoque complejo: procesos, complejidad, desempeño, idoneidad, metacognición y ética.

Tobón considera que las competencias son procesos dinámicos en los cuales hay información de entrada: información del contexto, conocimiento de lo que se

va a hacer, disposición a la actuación, motivación; procesamiento: análisis, comprensión, argumentación, proposición y actuación en el contexto; y unos resultados determinados: realización de una actividad, elaboración de un producto, resolución de un problema, etc. Es decir, si no hay aplicación en un contexto dado no es posible evidenciar que se haya desarrollado la competencia.

Según este autor, el desarrollo de competencias requiere habilidades del pensamiento como la flexibilidad y la dialógica pues la actuación idónea implica a veces afrontar la incertidumbre. Así mismo, su aplicación implica habilidades metacognitivas con el fin de buscar la calidad en lo que se hace, corregir errores y mejorar continuamente. Para ello se requiere que el individuo sea responsable consigo mismo, con la sociedad y con su entorno, tomando como base los valores universales de la justicia, la solidaridad, la protección del ambiente, la paz, la tolerancia, el respeto a la diferencia, etc.

Esto significa que en cada competencia se hace un análisis de cada uno de estos seis aspectos centrales para orientar el aprendizaje y la evaluación. Al igual que en la enseñanza mediante procesos, para el desarrollo de la competencia hay que tomar en cuenta las implicaciones en la didáctica y en las estrategias e instrumentos de evaluación.

Centrarse en el que aprende

Hay consenso general en que las competencias son un enfoque educativo y no un modelo pedagógico. Sin embargo, su desarrollo ha activado la polémica entre centrarse en la enseñanza o centrarse en el aprendizaje. Angulo, en su artículo ya nombrado, plantea una salida aparentemente trivial pero de una gran profundidad: <<debemos *preocuparnos* por el aprendizaje, pero debemos *ocuparnos* de la enseñanza, pues somos los docentes los que debemos darle contenido al trabajo autónomo de los alumnos, vertebrarlo con otros contextos de aprendizaje que, a su vez, han de estar organizados y seleccionados>>

Weiner (2002) se refiere más bien a centrarse en el que aprende y no en el aprendizaje, pues la práctica instruccional debe estar orientada hacia la manera como aprenden los alumnos. El que aprende es el receptor directo de lo que se enseña y su aprendizaje dependerá de lo que haga por sí mismo con ayuda del profesor. Esta perspectiva engloba lo planteado en la enseñanza mediante procesos y en la formación por competencias, pues se fundamenta en lo que está aprendiendo el alumno, en la manera como lo está aprendiendo, en la forma de aprenderlo mejor, en cuánto de ello está aplicando en diversos contextos y en cómo lo relaciona con futuros aprendizajes.

EVIDENCIAS BIOLÓGICAS DEL FUNCIONAMIENTO CEREBRAL DURANTE EL APRENDIZAJE

Memoria y conexiones cerebrales

Cualquiera sea el enfoque educativo que se adopte, hoy en día existen evidencias biológicas de que la manera como se va almacenando en el cerebro el conocimiento corresponde a una red de conexiones de células cerebrales. De hecho, investigaciones recientes sobre Alzheimer han demostrado que algunas personas que pierden la memoria, también pierden la capacidad de conectar entre sí las cosas en su mente. Significa que las conexiones cerebrales permiten entender la relación causa-efecto, aprender de los errores y anticipar el futuro. Durante milenios, las metáforas para el registro de los pensamientos en la memoria han marchado a la par de la tecnología. Las referencias en la antigua Grecia comparaban la memoria con los trazados en una tablilla de cera, en la Edad Media con el pergamino, y más tarde con los libros, archivos, fotos, videos, grabaciones de audio y discos duros de la computadora. El descubrimiento de que la memoria es fundamentalmente conexiones cerebrales tiene implicaciones importantes en la educación. Esto significa que la memoria es fundamental para el pensamiento y que nada de lo que se aprenda puede estar aislado, pues tal como lo han demostrado investigaciones recientes mediante imágenes que muestran diversas zonas de activación cerebral, su esencia es la vinculación de un pensamiento con otro. Según los aportes de la Neuroimagen, tal como lo habían planteado los estudios sobre aprendizaje significativo y sobre constructivismo, los nuevos aprendizajes se retienen sólo en la medida que se puedan relacionar con lo que ya se sabe (Greene, 2010).

Ya en 2005 Catherine Twomey una de las fundadoras de la Association for Constructivist Teaching (ACT), había hecho referencia a la manera como los avances en la biología, la neurología, la psicología cognitiva, y la epistemología, habían afectado la manera de entender la correlación entre la enseñanza y el aprendizaje. El modelo biológico que describe las estructuras y redes celulares como un sistema viviente abierto considera a las células como parte de un sistema autopoietico, no lineal, que experimenta cambios estructurales continuos mientras que preserva su patrón de organización reticular. Este modelo biológico ha sido reconocido como una explicación del origen dinámico del desarrollo, del aprendizaje, y de la evolución (Twomey, 2005).

Actualmente, la resonancia magnética funcional detecta, en diversas regiones del cerebro, cambios en el volumen de oxígeno en la sangre. Los investigadores suponen que esas áreas del cerebro que utilizan más oxígeno durante el aprendizaje están

implicadas en el aprendizaje. Sin embargo, los aportes de la Neuroimagen deben ser analizados con mucho cuidado, pues aunque no se detecte actividad en una determinada zona cerebral, no significa que esa zona no esté siendo utilizada. La Neuroimagen puede indicar con exactitud algunas de las zonas involucradas, mas no puede determinar las zonas no involucradas, pues algunas de ellas pudieron haberse activado a una velocidad superior a lo que puede ser detectado por los aparatos disponibles (Willis, 2007).

Los filtros cerebrales desde la perspectiva educativa

Judy Willis, neuróloga y maestra de educación básica, ha orientado sus investigaciones hacia la manera como funciona el cerebro de sus alumnos cuando aprenden, a fin de poder mejorar sus propias estrategias de enseñanza. Al incorporar estas estrategias a sus clases, justificadas con explicaciones simples sobre el funcionamiento cerebral, sus alumnos espontáneamente comenzaron a cambiar su propia práctica de estudio, lo cual se reflejó en una mejora de su rendimiento (Willis, 2009a).

El cerebro está constituido por células interconectadas que realizan una sofisticada mensajería química y física dentro del cerebro y con el resto del organismo. El aprendizaje se produce como consecuencia de esa serie de procesos químicos y eléctricos. El cerebro recibe la información, la selecciona y prioriza mediante filtros cerebrales, la procesa en la corteza prefrontal, la registra, emite respuestas y consolida capacidades.

Willis le enseña a sus alumnos que el cerebro no está equipado para procesar los miles de millones de bits de información que le llegan cada segundo. Los filtros cerebrales lo protegen de sobresaturación. Estos filtros determinan que la información llegue a la corteza prefrontal, llamada cerebro pensante.

La corteza prefrontal es en realidad sólo el 17 por ciento del cerebro y conscientemente puede procesar y reflexionar sobre la información; el resto lo constituye el cerebro reactivo, el cual reacciona instintivamente a la información en lugar de hacerlo a través del pensamiento.

Cuando los niveles de estrés son bajos y el interés es alto, la información tiende a pasar al cerebro pensante para procesarla. Cuando hay ansiedad, frustración o aburrimiento, los filtros cerebrales conducen la información al cerebro reactivo para ignorarla, rechazarla o luchar contra ella.

Los filtros cerebrales que permiten el ingreso y la asimilación sólo de la información que al cerebro le interesa son tres:

1. el sistema de activación reticular,
2. el sistema límbico (amígdala e hipocampo)
3. el sistema transmisor de dopamina.

Para que la información pase a través del primer filtro, del sistema de activación reticular, debe captar la atención. Se requiere no solo que la información sea novedosa, sino que haya variaciones en la información sensorial.

Superado el primer filtro la amígdala y el hipocampo evaluarán si la información es útil o no, lo cual ayudará a sobrevivir físicamente o a sentir placer. Si el aprendizaje incluye actividades motivantes y placenteras la amígdala propiciará la secreción de una carga extra de dopamina, lo cual fortalece la capacidad de aprender con mas facilidad. En ese estado emocional positivo, el hipocampo organizará y analizará esta información para crear los nuevos recuerdos, y mediante el proceso de neurogénesis - formación de nuevas neuronas - se transferirán esos recuerdos del hipocampo a la corteza prefrontal, haciéndolos permanentes y "liberando" espacio para las nuevas entradas. Aunque este mecanismo todavía no está completamente dilucidado, se ha comprobado que las personas con daños en el hipocampo tienen dificultad de retener los nuevos recuerdos aunque mantengan los anteriores. Los estudios sobre el Alzheimer han demostrado que el hipocampo es una de las primeras zonas afectadas. Investigaciones más recientes, han permitido comprobar que las personas con dificultades de neurogénesis, también tienen problemas para recordar acontecimientos recientes.

Mientras más grato sea el ambiente de aprendizaje, más fácilmente se superará el segundo filtro. Las emociones positivas entonces, son de gran importancia para el aprendizaje, porque propician que los recuerdos recientemente codificados se transformen en conocimiento a largo plazo. El estrés elevado provoca que los lóbulos prefrontales, implicados en las funciones cognitivas y en las ejecutivas, se bloqueen.

Los mensajes asociados a la nueva información se desplazan dentro de las neuronas en forma similar a los impulsos eléctricos. En el espacio entre una neurona y otra, estos mensajes eléctricos se transmiten mediante los neurotransmisores químicos como la dopamina, creando conexiones interneuronales químico – eléctricas llamadas sinapsis. Esta transmisión del impulso nervioso, es crucial para que el cerebro pueda procesar esta nueva información. Si la experiencia es agradable, la dopamina extra liberada gracias a la amígdala, irá a más partes del cerebro y activará neuronas adicionales. Estimular la liberación de dopamina no sólo aumenta la propia sensación de placer, sino que también aumenta la

liberación de otros neurotransmisores, como la acetilcolina, que mejora el estado de alerta, la memoria y las funciones ejecutivas en la corteza prefrontal. El exceso moderado de dopamina se recapta o se degrada. Sin embargo, la liberación excesiva de dopamina puede producir desórdenes psicóticos.

El rol de las neurotrofinas

En las neuronas, también se producen proteínas llamadas neurotrofinas que estimulan la supervivencia, crecimiento y diferenciación de las células madre para formar nuevas neuronas. Actúan como fertilizantes que contribuyen con la neurogénesis, favoreciendo la creación de más dendritas y en consecuencia de conexiones cada vez más complejas, refinadas y duraderas. Hay dos maneras de activar la producción de las neurotrofinas: la práctica consciente y focalizada de una actividad y las experiencias novedosas. El factor clave es la atención focalizada; las experiencias novedosas también captan la atención de todos los sentidos, de allí, la importancia de usar varios tipos de estímulos sensoriales para lograr el aprendizaje más profundo, pues cada una de esas impresiones sensoriales formará parte del entramado neuronal (Bustamante, 2007).

¿Cómo se guarda en la memoria?

La neurociencia describe al almacenamiento en la memoria como un proceso biológico en el cual ocurren cambios bioquímicos dentro de las neuronas. Las asociaciones neuronales formadas por redes de neuronas interconectadas constituyen una unidad funcional de memoria formada por la repetición y convergencia de estímulos. Ante cada nueva experiencia estas redes se expanden o se recombinan creando nuevas conexiones sinápticas (neuroplasticidad). Cualquier neurona o red de neuronas puede formar parte de una o más de esas unidades funcionales. Eso implica que los recuerdos asociados a esa unidad funcional pueden ser activados en forma consciente o subconsciente en una parte de esa red.

Ante la evidencia experimental que ofrece la neurociencia del funcionamiento cerebral mediante conexiones dinámicas, la analogía tradicional de entrada, procesamiento y salida, presenta limitaciones para explicar las múltiples alteraciones que sufren estas redes en su interacción con el mundo físico y social externo; tampoco permite explicar satisfactoriamente el rol de las emociones (Sousa, 2002).

Para simplificar este análisis se consideraron dos tipos de memoria. La memoria a corto plazo se refiere a la

unidades funcionales cuya actividad es de corta duración. Las conexiones entre neuronas no son muy fuertes.

La memoria a largo plazo se refiere a las conexiones que permanecen a pesar de la interrupción de la actividad. Esto significa que la ruta de conexiones o patrón de recuerdo es característica, por lo que la evocación de ese recuerdo supone la activación de las neuronas e interconexiones que intervinieron en la experiencia que se está rememorando. Además, cada neurona puede formar parte de distintas redes neuronales a la vez, por lo que también forma parte de distintos patrones de recuerdo; es decir, algunos de esos patrones pueden desencadenar otros, en forma consciente o no, por asociación de ideas. (Bustamante, 2007)

Las unidades funcionales de memoria están almacenadas en el hipocampo y en la corteza prefrontal. El hipocampo es el coordinador inicial, existen circuitos que van de allí, al tálamo y luego a la corteza prefrontal. Las sinapsis en el hipocampo permite formar la memoria a corto plazo y las sinapsis en la corteza prefrontal permite procesar esa información y conectarla a los recuerdos anteriores para permitir su evocación (Greene, 2010).

TRANSFERENCIA A LA ENSEÑANZA Y AL APRENDIZAJE.

La activación de los tres filtros cerebrales y la formación de nuevas conexiones deberían ser el punto focal para mejorar, tanto las estrategias de enseñanza como las de aprendizaje, con base en el funcionamiento cerebral. (Sousa, 2006).

Para captar la atención y superar el primer filtro

La información debe estar organizada y contextualizada para evitar el rechazo. El tono de voz, las inflexiones y matices, la gestualidad, el uso de imágenes, diagramas, mapas organizadores gráficos, colores, diferentes tamaño de letras, atraen la atención. La referencia a situaciones conocidas, cotidianas o de interés particular también ayuda a captar la atención. Explicarle a los alumnos cómo funciona su cerebro y la importancia de enfocar su atención para propiciar su aprendizaje, es de gran ayuda (Willis, 2009b).

Robert Marzano, un importante investigador en estrategias instruccionales para el desarrollo de habilidades del pensamiento, mantiene como premisa que el aprendizaje requiere de cinco dimensiones interrelacionadas entre sí (Marzano, 2005). La primera dimensión se refiere al desarrollo de actitudes y

percepciones positivas por lo que se va a aprender. Desde el principio del proceso se debe estimular la participación individual y la interacción grupal, en un grato ambiente de orden, respeto a los demás y de confianza en sí mismo. Es importante usar diferentes vías de participación para motivar tanto a los más introvertidos como a los naturalmente extrovertidos.

Las actividades de inducción o de apertura recomendadas en la enseñanza mediante procesos y en la formación por competencias, son fundamentales para activar el primer filtro cerebral. (Sánchez, 2002; Tobón, 2005)

Para mantener la atención

No es suficiente con captar la atención hay que saber mantenerla.

Si la información está asociada a la supervivencia, es asociada de inmediato y almacenada en la memoria de largo plazo. Por el contrario, si los elementos de supervivencia son mínimos o están ausentes, entran en juego otros factores. El cerebro se hará dos preguntas básicas para superar los siguientes filtros: ¿Esto es agradable? ¿Esto tiene significado? (Sousa, 2002)

Las situaciones placenteras permiten la liberación de dopamina y favorecen el aprendizaje. Los alumnos deben darse cuenta de cómo su salud física y sus estados de ánimo positivos influyen para que la nueva información llegue a su cerebro pensante; así mismo deben darse cuenta de cómo las emociones negativas inhiben el aprendizaje.

Ciertas actividades, tales como la interacción con los amigos, reír, hacer actividad física, escuchar a alguien mientras lee, oír música y actuar amablemente aumentan los niveles de dopamina. Si se realizan diariamente, se estimulará el aprendizaje. Sólo hay que tener cuidado en mantener el foco de atención hacia lo que se desea aprender, porque el exceso de dopamina logra el efecto contrario.

Sentir orgullo por llevar a cabo algo también está relacionado con un mayor nivel de dopamina. Realizar actividades que dan sensación de logro aumentará la capacidad de aprendizaje.

El que la información sea agradable no es suficiente para garantizar el aprendizaje permanente; también debe tener significado para propiciar su integración a otros saberes y ser almacenada en forma permanente en el cerebro pensante.

Las comparaciones mediante generalización o discriminación permiten establecer más relaciones con

los conocimientos previos. Esas relaciones favorecen las conexiones de las neuronas nuevas con las ya existentes para formar en el hipocampo unidades funcionales de memoria. (Marzano, 2001)

Estas estrategias fueron consideradas por Marzano (2005) para propiciar la adquisición e integración del conocimiento y la extensión y refinamiento del conocimiento, dimensión segunda y tercera del aprendizaje, respectivamente, lo cual también está contemplado tanto en la enseñanza mediante procesos, como en la formación por competencias (Sánchez, 2002; Tobón, 2005)

Para consolidar lo aprendido

La multiplicidad de estímulos y la práctica continua, consciente y focalizada desarrolla más dendritas y permite conexiones más complejas y perdurables. Esto corresponde a la cuarta dimensión del aprendizaje de Marzano (2005), la cual se refiere al uso significativo del conocimiento.

La aplicación de habilidades metacognitivas para identificar la trascendencia de lo aprendido ayuda a aprender de los errores u omisiones y a consolidar lo aprendido. (Marzano, 2001). La quinta dimensión del aprendizaje según este mismo autor (2005), es el desarrollo de hábitos mentales para pensar de manera crítica, creativa y regular el aprendizaje.

La retroalimentación oportuna y eficaz, la identificación de aspectos claves, así como la apropiada utilización de la técnica de la pregunta, ayuda a evocar conocimientos previos, a construir el conocimiento o a consolidar lo aprendido, dependiendo si se usan preguntas cerradas de respuesta única o preguntas abiertas de respuesta que impliquen un razonamiento o punto de vista, según sea el caso (Marzano, 2001).

La elaboración de diagramas, resúmenes, mapas, etc., junto a otras actividades de cierre recomendadas en la enseñanza mediante procesos y en la formación por competencias también son fundamentales para consolidar lo aprendido (Sánchez, 2002; Tobón, 2005).

Aunque estas estrategias se pueden considerar alternativas a la clase magistral, esta última no debe ser rechazada, pues la utilidad de cualquier estrategia dependerá de la flexibilidad de su aplicación en función del momento instruccional, del grado de aprendizaje que se desea lograr y de su naturaleza diferencial según el área de conocimiento y las necesidades del que aprende (Zabala, 2008).

CONCLUSIONES

Ya nadie discute sobre la necesidad de desarrollar en los alumnos, además del conocimiento propio de cada asignatura, las competencias necesarias para su aplicación en cualquier contexto, para así cumplir con la misión formadora integral que le corresponde a la universidad ante circunstancias cada vez más cambiantes.

Es por eso, que se hace necesaria la formación de los docentes en estrategias de enseñanza que les permitan la transferencia a su asignatura de las habilidades del pensamiento, especialmente las de orden superior que permiten la inferencia, la toma de decisiones, el sentido crítico y el pensamiento creativo. La reflexión metacognitiva y la práctica sistemática, consciente y deliberada son fundamentales para el desarrollo de esas habilidades. El docente debe mantener un clima instruccional agradable que propicie el aprendizaje activo mediante participación e interacción con otros. Así mismo la información debe ser presentada en forma atractiva, multisensorial, multipropósito, estructurada y organizada. Se deben favorecer las estrategias instruccionales individuales o colaborativas que hagan énfasis en comparaciones, relaciones, integración y construcción del conocimiento, mediante el uso significativo de ejemplos y contraejemplos.

En adultos, con buena alimentación, adecuado ejercicio físico, actividad mental, y que descansan lo suficiente, el cerebro genera cada día miles de neuronas nuevas o dendritas adicionales, las cuales sólo se conectarán a otras si hay aprendizaje. Mientras mayor sea el número de conexiones que se activen, más profundo y perdurable será el conocimiento en el cerebro pensante.

El factor genético y el control de las emociones comparten la responsabilidad en el aprendizaje con la formación recibida del medio familiar, escolar y social. Pero si no hay transferencia a otros contextos, no hay evidencia del desarrollo del potencial que posee cada individuo.

Los que conocen los principios neurobiológicos que rigen el funcionamiento cerebral y su maduración cognitiva y emocional, tienen en sus manos un extraordinario recurso para comprender y ser comprendidos por los demás.

No es suficiente con analizar las evidencias biológicas, el cerebro es de tal complejidad, que se requiere la convergencia de varias disciplinas para interpretar adecuadamente las observaciones obtenidas gracias a los avances tecnológicos de la Neuroimagen. Es mucho lo que queda por investigar.

REFERENCIAS

- Angulo, J. F. (2008). La voluntad de distracción: Las competencias en la universidad. En J. G. Sacristán (Comp), *Educación por competencias, ¿Qué hay de nuevo?* (págs. 176-205). Madrid: Ediciones Morata.
- Bruner, J., Goodnow, J. & Austin, G (2001). *El proceso mental en el aprendizaje* (Reedición). Narcea, S. A. de Ediciones. España. Traducción del texto original en inglés (1956) "A Study of Thinking"
- Bustamante Z., E. (2007). *El sistema nervioso. Desde las neuronas hasta el cerebro humano*. Colombia: Editorial de la Universidad de Antioquia.
- Costa, A. & Kallick, B. (2009). *Habits of Mind Across the Curriculum: Practical and Creative Strategies for Teachers*. USA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Davidson, J & Sternberg, R. (Eds.p) (2003). *The Psychology of Problem Solving*. USA: Cambridge University Press.
- Greene, A. J. (2010). Making connections. En *Scientific American Mind*, 21(3), 22-29.
- Marzano, R., Pickering, D. & Pollock, J. (2001) *Classroom Instruction That Works: Research-Based Strategies for Increasing Student Achievement*. USA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Marzano, R. y Pickering, D. (2005) *Dimensiones del aprendizaje: manual para el maestro*. México: Iteso. Traducción del texto original en inglés (1997) "Dimensions of learning. Teacher's manual"
- Mayer, R. (1983). *Thinking, problem solving and cognition*. Nueva York: W. H. Freeman and Co.
- Nickerson, R., Perkins, D. y Smith E. (1998). *Enseñar a pensar. Aspectos de la aptitud intelectual*. (3ra reimpresión) Temas de Educación. España: Paidós/M.E.C, Traducción del texto original en inglés (1985) "The teaching of the thinking"
- Perkins, D., (1999). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*, (2da reimpresión) España: Gedisa. Traducción del texto original en inglés (1992) "Smart schools: From training memories to educating minds".
- Sánchez, M. (2002). *La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento*. En *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4(1). Documento en línea consultado en Agosto 2004. Disponible en <http://redie.ens.uabc.mx/vol4no1/contenido-amestoy.html>

Sousa, D. (2002). *Cómo el cerebro aprende. Una guía para el maestro en la clase.* (2da Ed.). USA: Corwin Press, INC. Traducción del texto original en inglés (2000) "How the brain learns"

Sousa, D. (2006). *Facilitator's Guide to how the brain learns.* (3rd Ed.) USA: Corwin Press, INC.

Tobón, S. (2005). *Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica* (2 ed.) Bogotá: ECOE Ediciones.

Twoney F., C (2005). *Constructivism Revisited: Implications and Reflections.* En *The Constructivist* 16(1). Documento en línea para suscriptores consultado en Agosto Febrero 2006. Disponible en: <http://www.odu.edu/educ/act/journal/vol16no1/fosnot.pdf>

Unesco (1996) *La educación encierra un tesoro. Informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la Educación para el S XXI presidida por Jaques Delors.* París: Ediciones Unesco,.

Weiner, M (2002). *Learner-Centered Teaching: Five Key Changes to Practice.* San Francisco: Jossey-Bass.

Willis, J. (2007). *The Gully in the "Brain Glitch" Theory.* En *Educational Leadership, Journal of Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)*, 64(5), 68-73

Willis, J. (2009a). *What you should know about your brain.* En *Educational Leadership, Journal of Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)*, 67(4). Documento en línea consultado en Enero de 2010. Disponible en: http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el200912_willis.pdf

Willis, J. (2009b). *How to Teach Students About the Brain.* En *Educational Leadership, Journal of Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)*, 67(4). Documento en línea para suscriptores consultado en Enero de 2010. Disponible en: <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/dec09/vol67/num04/How-to-Teach-Students-About-the-Brain.aspx>

Zabala, A. y Arnau, L. (2008) *11 Ideas claves: Cómo Aprender y Enseñar Competencias* (3ra reimp.). Colección Ideas Clave. España: Editorial Graó.

Síntesis Curricular

Maritza Rojas de Gudiño

Licenciada en Química (UCV). MSc en Matemática mención Computación (UC). Profesora Titular jubilada de la Facultad de Ingeniería UC. Perteneció al Plan de Multiplicadores en el Desarrollo de Habilidades del Pensamiento de la Unidad de Neuropedagogía de esa misma Facultad. Actualmente, Directora General de Investigación de la Universidad José Antonio Páez (UJAP).