

EDUCACION PRIMARIA - TESIS Y DISERTACIONES
ACADEMICA
ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Tesis
LB
2832
-073
2008

Colegio de Postgrados

**Programa de entrenamiento interactivo para docentes: aplicación
de conceptos sobre el funcionamiento cerebral al proceso de
enseñanza-aprendizaje**

87948

María del Carmen Ordóñez

Biblioteca
U.S.F.Q.

**Tesis de grado presentada como requisito para la obtención
del título de Magíster en Educación**

Quito, mayo de 2008

21 JUL. 2008

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

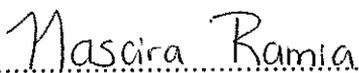
HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Programa de entrenamiento interactivo para docentes:
aplicación de conceptos sobre el funcionamiento cerebral
al proceso de enseñanza – aprendizaje**

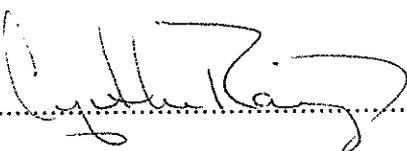
4

María del Carmen Ordóñez

Nascira Ramia, Ed. D.
Directora de la Maestría en
Educación y Directora de Tesis


.....

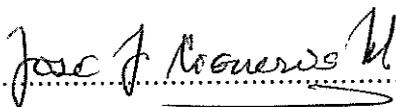
Cynthia Ramírez, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis


.....

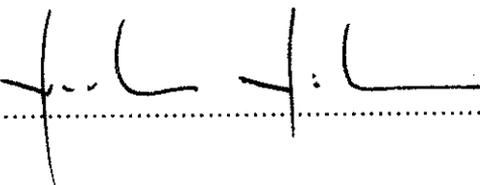
Tracey Tokuhama, Ed. M.
Miembro del Comité de Tesis


.....

José Julio Cisneros, Ph.D.
Decano del Colegio de
Artes Liberales


.....

Víctor Viteri Breedy, Ph.D.
Decano del Colegio de
Postgrados


.....

Quito, mayo de 2008

© Derechos de autor
María del Carmen Ordóñez
2008



Dedicatoria

A mis hijos: Mauricio, Paula y Sofía

Resumen

Este proyecto constituye el diseño y desarrollo de un programa interactivo multimedia computarizado de entrenamiento para docentes en el funcionamiento cerebral y su aplicación al proceso de enseñanza-aprendizaje. El programa presenta una serie de ejercicios interactivos para ayudar al maestro a adquirir conocimientos sobre el cerebro y sus aplicaciones a la labor docente. El programa fue utilizado y evaluado por ocho profesores de la sección primaria de un colegio de la ciudad de Quito, Ecuador. Fue revisado y adaptado de acuerdo a la retroalimentación obtenida. El programa puede ser utilizado como herramienta de aprendizaje y consulta por los educadores, en un ambiente computarizado multimedia.

Abstract

This project constitutes the design and development of an interactive computerized multimedia teacher training program about the cerebral functioning and its application to the teaching–learning process. The program presents a series of interactive exercises to help school teachers acquire different knowledge about the brain and possible applications to the educational field. The program was field-tested by eight primary school teachers from a school in Quito., Ecuador. Adaptations to the program were made according to the feedback. This program can be used as learning and consulting tool for teachers in a multimedia computerized environment.

Tabla de Contenido

Tabla de contenido	iii	
1. Introducción	1	
2. Revisión de la literatura	3	
3. Justificación	42	
4. Metodología	44	
5. Limitaciones del proyecto	47	
6. Resultados y discusión	47	
7. Conclusiones	52	
8. Recomendaciones	54	
Referencias		
Anexos		
Anexo A	Diagrama del proyecto	58
Anexo B	Diagnóstico sobre el cerebro y el aprendizaje	59
Anexo C	Comparación entre los estados comunes y los estados óptimos para un aprendizaje óptimo	63
Anexo D	Ejemplo de lineamientos entregados por la autora para el diseño multimedia	64
Anexo E	Solicitud para el Director Académico	65
Anexo F	Formato de evaluación del programa	66
Anexo G	Tabla de Resultados	68

Reglas y convenciones para el uso de la tesis

El programa interactivo multimedia para docentes, requiere de una computadora con lector de CD-ROM de 125 MB. Se sugiere la utilización de parlantes y una libreta para tomar notas. Para obtener mayores resultados en el entrenamiento es necesario que la persona que utilice el programa lo haga en un ambiente tranquilo que le permita centrar su atención en las actividades propuestas. Requiere destinar un tiempo específico para el efecto y seguir con todos los pasos señalados. El tiempo estimado por unidad es de 20 minutos. El contenido teórico presentado en la tesis puede ser utilizado como material de consulta o lectura adicional a la información que se presenta en el CD-ROM.

1. INTRODUCCIÓN

El cerebro humano es un maravilloso producto de la evolución destinado principalmente a analizar la información, procesarla, interpretarla y emitir respuestas acordes para sobrevivir. El cerebro gracias a su particularidad nos ha permitido tener cualidades específicamente humanas como la capacidad de hablar, de planificar y de proyectarnos hacia el futuro. El cerebro es el órgano, que utilizamos para aprender y el aprendizaje nos ha permitido llegar a la escala evolutiva actual.

La plasticidad cerebral expresada en el aprendizaje ha llevado al ser humano a permanecer en el mundo y lograr el impresionante desarrollo cultural del que ha sido capaz. Ratey (2003) expone la importancia del aprendizaje en la configuración de la estructura cerebral:

Las rutas neuronales que controlan las funciones básicas necesarias para nuestra sobre vivencia, los latidos cardíacos, el control de la temperatura, la respiración, están conectadas ya al nacer, pero muchas más rutas están determinadas por el mayor factor medioambiental de nuestras vidas: el aprendizaje. Aunque puede que la flexibilidad del cerebro disminuya con la edad, seguirá siendo plástico toda la vida, y se irá reestructurando con lo que aprenda (Ratey, 2002, p. 50).

Debido al protagonismo que tiene el cerebro en el aprendizaje, los descubrimientos acerca de su funcionamiento y sus implicaciones en la labor docente deben ser difundidos y aplicados en las aulas de clase. Este proyecto pretende ser una guía práctica en la exploración del funcionamiento cerebral y sus implicaciones para el aprendizaje a través de una serie de ejercicios interactivos y conceptos prácticos que permitan a los maestros adquirir nuevos conocimientos y metodologías para aumentar su eficacia como docentes. Un diagrama del proyecto puede observarse en el anexo A.

El cerebro constituye uno de los grandes desafíos del ser humano para su propio entendimiento y desarrollo. Los descubrimientos neurocientíficos actuales como los estudios realizados por Damasio (1994), Goleman (1995) y reportados por Jensen (1998), Sousa (2002), Wolfe (2001) entre otros, están influyendo en la manera de entender el proceso de enseñanza – aprendizaje. El nuevo concepto de educación reconoce a la enseñanza-aprendizaje, como un proceso dinámico donde influyen diferentes factores como el funcionamiento biológico del cerebro, el ambiente y el individuo. El presente proyecto busca difundir algunos conocimientos que se encuentran publicados por diferentes autores, relacionando de una manera interactiva, científicamente argumentada y práctica el funcionamiento cerebral y el proceso de aprendizaje.

El programa de entrenamiento interactivo para docentes, *Aplicación de Conceptos sobre el Funcionamiento Cerebral al Proceso de Enseñanza – Aprendizaje* está conformado por los siguientes módulos de estudio:

1. Introducción al neuroaprendizaje
2. Estructuras cerebrales y aprendizaje
 - 2.1 Anatomía básica del cerebro
 - 2.2 Los cuatro lóbulos cerebrales
 - 2.3 El área cerebral media
 - 2.4 La neurona
3. Desarrollo neuronal y ventanas de oportunidad
4. Memoria, retención y aprendizaje
5. Emociones y aprendizaje
6. Construcción de ambientes óptimos para el aprendizaje

Cada módulo de estudio presenta información relevante sobre el tema tratado, permite a los usuarios realizar ejercicios de práctica, define posibles estrategias y aplicaciones en el aula y realiza una evaluación sobre los conocimientos adquiridos.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

El programa multimedia de entrenamiento para docentes se estructuró en base a la revisión de la literatura, tomando en cuenta a varios autores que ofrecen una explicación sobre la biología del aprendizaje y su relación con la labor docente.

A continuación se resume la revisión de la literatura por cada módulo del programa.

2.1 Neuroaprendizaje

El primer módulo referente al neuroaprendizaje inicia con un cuestionario sobre conocimientos generales en relación al cerebro y el aprendizaje para captar la atención del usuario (Anexo B). Las respuestas al cuestionario inicial van apareciendo conforme el usuario va respondiendo.

Dentro de este módulo se incluyen las principales tecnologías utilizadas actualmente para el estudio del cerebro, profundizando en la definición y principios del neuroaprendizaje según varios autores. Entre los instrumentos médicos que más impacto han tenido en el estudio del cerebro citados por Sousa (2000) y que se nombran en el programa están la tomografía por emisión de positrones, que permite visualizar la actividad cerebral, escanearla y transformarla en imágenes. Otro instrumento es la resonancia magnética, que utiliza ondas de radio en un campo magnético para capturar la actividad cerebral cada segundo.

La resonancia magnética funcional es aún mejor y permite captar múltiples imágenes de la actividad cerebral en tiempo real.

De acuerdo a Jensen (2000), el neuroaprendizaje se originó alrededor de 1980 y tuvo un gran desarrollo en los años 90. Esta nueva forma de entender el aprendizaje toma sus conocimientos de diferentes ciencias como la fisiología, la neurología, la psicología, la farmacología, integrando las investigaciones para enfocar de una manera holística el aprendizaje. Urbiola & Ituarte (2002) señalan un concepto de aprendizaje basado en las neurociencias:

La neurociencia y la biología del aprendizaje conciben al proceso de aprender como un proceso natural que es el tiempo requerido por un organismo para ordenar sus sistemas internos a través de ensamblar patrones, asignar significados y clasificar las experiencias diarias de la vida en un número extraordinario de claves para sobrevivir (Urbiola & Ituarte, 2002, p.15).

Algunos de los principios en relación a este sistema de aprendizaje que se incluyeron en el proyecto son los establecidos por Urbiola & Ituarte (2002) al igual que estrategias sugeridas por Jensen (2000) para lograr un aprendizaje natural. En los párrafos siguientes se analizan estos principios y sugerencias y se plantean preguntas guía desarrolladas por la autora para los maestros.

De acuerdo al neuroaprendizaje, el cerebro tiene un papel fundamental en la supervivencia humana a través del aprendizaje y el papel primordial del docente es facilitar y promover el mismo. El proceso de enseñanza – aprendizaje es visto como un proceso natural, dotado de interés y utilidad para el que aprende.

También es visto como un proceso agradable y lúdico. Es necesario que el docente revise la planificación de clases y cuestione los esquemas y contenidos que utiliza. El maestro debe preguntarse cada día: ¿Cómo puede hacer para que sus clases sean interesantes, útiles y divertidas para los estudiantes?

Otro de los principios del neuroaprendizaje de acuerdo a Urbiola & Ituarte (2002) plantea la necesidad de que el maestro vea al estudiante como un ser humano dotado de derechos. El determinismo es rechazado y el educando es visto como un ser cambiante con el derecho de desarrollar su potencial. Este principio obliga a replantear la relación educador-educando en un marco de respeto y entendimiento mutuo donde ambas personas tienen el derecho de expresarse y ser escuchadas.

Dentro de estos principios se establece que el cerebro no está diseñado para la instrucción formal. Esto implica la necesidad de proveer al estudiante de aprendizaje significativo (Fink, 2003), de usar varios canales o modos de enseñar (Levine, 2000; Willis, 2007), incorporar novedad (Bain, 2003) y de que exista la posibilidad de aplicar lo aprendido a la vida (Sousa, 2000). Estos factores son necesarios para que el cerebro aprenda de forma natural (Gunn, Richburg, & Smilkstein, 2006). Las preguntas que se plantean para el educador con este principio son las siguientes: ¿El aprendizaje que quiere lograr en sus alumnos está siendo impartido de una manera multimodal y experiencial? ¿El aprendizaje que quiere lograr en los estudiantes es aplicable a su vida y tiene significado para ellos?

Jensen (2000) sugiere que para lograr un aprendizaje significativo los objetivos individuales de cada estudiante deben ser identificados al igual que consideraciones de tipo social, económico y personal. Buscar este tipo de aprendizaje implicará intensificar la actividad docente llevando al maestro a un mayor cuestionamiento en relación a su labor: ¿Conoce a sus estudiantes? ¿Cuáles son sus valores? ¿Cuáles son sus metas? ¿Qué tiene significado para sus alumnos? al adoptar este principio como parte de la actividad docente el

profesor debe encontrarse de una manera personal con los estudiantes. Saber quiénes son, qué es importante para ellos en la vida, cuál es su estilo de aprendizaje, cuál es su canal sensorial preferente, cuáles son sus valores, cuáles son sus intereses.

Otro aspecto necesario para lograr un mayor y mejor aprendizaje es ampliar la individualización en el aula. Algunas maneras de lograr una mayor individualización son, por ejemplo, brindar oportunidades de interacción entre los estudiantes y expresión de las propias ideas y opiniones (Tomlinson, 1999). Incorporar estaciones de aprendizaje que incluyan diferentes métodos (Tomlinson & Mc Tighe, 2006). En la práctica la individualización en el aula, puede ser difícil de seguir si el número de alumnos es grande, sin embargo es necesario tomar en cuenta estos aspectos si se quiere lograr un mayor aprendizaje.

El aprendizaje no puede ser descontextualizado de la realidad del estudiante. Si bien el contenido no siempre está ligado a la realidad de los educandos, es clave buscar un vínculo con su realidad y su aplicación práctica. Es recomendable fortalecer o incluir programas que incorporen aprendizaje de supervivencia como habilidades para la vida, servicio comunitario, tutorías y actividades extracurriculares, según varios estudios (e.g., Sousa 2000; Wolfe, 2001), el neuroaprendizaje de acuerdo a Urbiola & Ituarte (2000) concibe el aprendizaje como una labor participativa y de responsabilidad compartida. La relación estudiante-profesor es concebida como una actividad participativa donde los "socios de aprendizaje" tienen roles y responsabilidades definidas. El incorporar este principio a la labor docente, plantea nuevos cuestionamientos para los maestros: ¿Ha logrado una comunidad de aprendizaje con sus alumnos? ¿Los

roles y responsabilidades están definidas? ¿Existe un objetivo común con el grupo?

La seguridad emocional y física dentro del aula es un principio primordial dentro del Neuroaprendizaje. Urbiola & Ituarte (2002) señalan que una de las responsabilidades primordiales del maestro es generar un ambiente seguro para sus alumnos. Según Zemelman, Daniela y Hide (1998) el respeto es un valor esencial en la generación de seguridad y en la creación de un ambiente de aprendizaje óptimo, al igual que la ausencia de amenazas físicas, psicológicas o intelectuales (Billington, 1997). La seguridad se relaciona con la fisiología ya que según lo señala Sousa, "cada vez que un estudiante detecta una amenaza, el procesamiento racional es ahogado por la emoción o por las reacciones de supervivencia" (Sousa, 2002, p. 62). De igual forma Jensen (2000) señala que cuando una persona siente peligro las glándulas adrenales segregan cortisol, un neuroquímico que produce diferentes reacciones físicas que van desde la depresión del sistema inmunológico, el aumento de la presión sanguínea, la tensión muscular, hasta la muerte de células nerviosas en la zona del hipocampo que es una estructura que interviene en el proceso de la memoria, todo lo cual impide el aprendizaje.

De acuerdo a Jensen (2000) el cerebro incluye emociones a cada experiencia y pensamiento formando patrones de significado para formar una imagen global e inferir conclusiones acerca de la información adquirida. La clave es generar un ambiente positivo y seguro para que las habilidades se desarrollen y se generen patrones de significado positivos. La individualización y el respeto como base de la relación educador- educando junto al interés en lograr una autovaloración

adecuada del estudiante a través del proceso de aprendizaje, constituyen retos importantes para los maestros Urbiola & Ituarte (2002).

Otro de los principios que se plantean en el programa se refiere al papel formativo que tiene la educación en lograr un cambio en el nivel de conciencia de los estudiantes respecto a la realidad y a sí mismos a través del aprendizaje. Este papel formativo de la educación demanda de los profesores un alto grado de integridad y promoción de los valores humanos universales.

Dentro del primer módulo del programa también se incluyen adaptaciones a la labor docente en función de la forma como funciona el cerebro, tomando como base las sugerencias de Jensen (2000) que señala que el cerebro no aprende de una manera lineal, estructurada y predecible por lo que es necesario utilizar varios canales sensoriales al mismo tiempo, presentaciones audiovisuales, lecturas, trabajo de grupo, reflexión y una buena dosis de novedad. Los tópicos complejos pueden ser asimilados de mejor manera cuando son experimentados con varios estímulos sensoriales (Gardner, 1983).

Igualmente Jensen (2000) señala que cada cerebro se expande y desarrolla a su propio ritmo. El desarrollo normal del mismo puede diferir en tres años de un educando a otro (Healy, 1987). Esto implica la necesidad de establecer una educación menos uniforme y más individualizada, identificando el nivel de desarrollo de cada uno de los estudiantes (Tomlinson, 1999).

2.2 Estructuras cerebrales y aprendizaje

El segundo módulo del programa se refiere a las estructuras cerebrales y el aprendizaje. En este módulo se explica de manera general la estructura del cerebro describiendo su anatomía básica, los cuatro lóbulos cerebrales, el área cerebral media, la neurona y cierta información sobre la biología del aprendizaje.

También se incluyen las etapas del aprendizaje óptimo establecidas por Jensen (2000) y se sugieren algunos nutrientes necesarios para el óptimo funcionamiento del cerebro.

El módulo contiene juegos interactivos que permiten ir develando la información sobre las estructuras cerebrales, la biología del aprendizaje, las etapas del aprendizaje óptimo y los requerimientos nutricionales recomendados para el cerebro.

A continuación se detallan los contenidos que se encuentran en este módulo relacionados a las estructuras cerebrales. La *Enciclopedia interactiva de conocimientos Océano* (Bargalló, E., et al. 2000) describe al cerebro como una masa frágil de protoplasma de consistencia parecida a la de la gelatina, constituida por minúsculas células nerviosas autónomas llamadas neuronas ubicado en la parte anterior y central de la cavidad craneal (Bargalló, E., et al. 2000). La superficie del cerebro es un tejido de sustancia gris de unos tres milímetros de espesor, surcada por hendiduras muy profundas que limitan a los lóbulos cerebrales y hendiduras ligeras llamadas surcos (Bargalló, E., et al. 2000). Por una razón aún desconocida los nervios del lado izquierdo del cuerpo cruzan hacia el hemisferio derecho del cerebro y viceversa. Los dos hemisferios cerebrales están unidos por el cuerpo calloso que es un puente de fibras nerviosas que comunica a los dos hemisferios cerebrales entre sí (Bargalló, E., et al. 2000).

El cerebro está conformado por cuatro áreas o lóbulos básicos, el lóbulo frontal, los lóbulos parietales, los lóbulos temporales y el lóbulo occipital. Al hablar de las funciones cerebrales debemos tener en cuenta que el cerebro funciona como un sistema integrado y que la división funcional es relativa. El cerebro es

un complejo conjunto de sistemas que funcionan orquestadamente para crear entendimientos, encontrar patrones, crear normas y darle sentido a la experiencia. (O`Boyle y Gill, 1998).

De acuerdo a Sousa (2000) el lóbulo frontal se ubica en la parte anterior del cerebro y realiza el control ejecutivo de las funciones de orden superior como el pensamiento, la planificación, la resolución de problemas y la regulación de las emociones, también se ubican la capacidad para la toma de decisiones y la mayor parte de lo que se conoce como memoria operativa. Según Torralva y Manes (2001) lesiones en el lóbulo frontal causan alteraciones en las funciones ejecutivas que se relacionan con la cognición especialmente con la recuperación de la información, la autorregulación, control emocional, la resolución de problemas, la toma de decisiones y la atención, entre otras. De acuerdo a (Cardenas, F.; Lamprea, M., 2002) el lóbulo frontal desempeña un papel de suma importancia en el aprendizaje ya que "su deterioro conduce a dificultades en la solución de problemas, el mantenimiento de la atención selectiva y el planeamiento del comportamiento" (Cardenas, F.; Lamprea, M., 2002, p.4).

La atención es un factor indispensable para el aprendizaje y es necesario tener en cuenta que conforme avanza la mielinización del cerebro los niños y adolescentes incrementan sus niveles de atención permitiéndoles concentrarse en los estímulos importantes para la tarea y evitar distracciones Shaffer (2000).

Según lo señala Ratey (2001) los lóbulos parietales son responsables de ensamblar los componentes sociales y espaciales del mundo que nos rodea. Ratey destaca especialmente la importancia del lóbulo parietal derecho en la capacidad perceptiva de uno mismo en el espacio y de la relación física entre el

individuo y otras personas. Los lóbulos temporales también están involucrados en una parte de la memoria a largo plazo Sousa (2000).

El lóbulo occipital de acuerdo a Carter (1998) se encuentra en la parte posterior del cerebro y constituye el centro del sistema visual y es donde se realizan la síntesis y el análisis visual. Según lo señala Luria (1988) el lóbulo occipital izquierdo permite la percepción completa de un objeto, la capacidad para dibujarlo al igual que la capacidad para ver dos objetos simultáneamente y el lóbulo occipital derecho está relacionado con el reconocimiento y la atribución de objetos y rostros.

Como parte del sistema perceptivo el lóbulo occipital alberga funciones que permiten la integración visual de la información, la capacidad para representar la realidad y la capacidad para reconocer y atribuir lo percibido visualmente, funciones relevantes para el aprendizaje.

El cerebelo según lo señala la *Enciclopedia interactiva de conocimientos Océano* (Bargalló, E., et al. 2000) es un órgano que ocupa la parte posterior e inferior de la cavidad craneal. Está formado de una parte central o vermix y de dos hemisferios que se comunican por puentes de fibras nerviosas. Interviene en funciones de orientación en el espacio, equilibrio postural, tono muscular y coordinación de movimientos automatizados como la marcha.

De acuerdo a Ratey (2003) existen evidencias que sugieren que el cerebelo tiene un papel en la capacidad asociativa, en la cognición, al igual que en la capacidad para captar nuevos estímulos y reaccionar ante ellos. Estas funciones del cerebelo son esenciales para el aprendizaje ya que durante el proceso de aprendizaje existe un intercambio permanente de estímulos y es necesario

cambiar el foco de la atención constantemente, además de realizar tareas de asociación entre diferentes conceptos e imágenes.

El tronco encefálico se encuentra en la parte inferior del cerebro y es aquí donde se controlan funciones básicas como la temperatura, latidos del corazón, la respiración y la digestión. Según Sousa (2000) dentro del tronco encefálico se encuentra el Sistema Reticular, responsable del estado de alerta. El Sistema Reticular junto con el tronco encefálico forman parte del sistema atencional que busca novedades y recompensas Ratey (2003). Este sistema permite que la persona seleccione donde poner atención basándose en los criterios de novedad y recompensa. El sistema de recompensa “produce sensaciones de placer y asigna un valor emocional a un estímulo, que además lo marca para la memoria” (Ratey, 2003, p.149).

El profesor debe proveer de estímulos novedosos y agradables para los estudiantes ya que el sistema atencional funciona en base a estos dos factores y el sistema de recompensa asigna un valor emocional que ayuda a que el estímulo se guarde con mayor intensidad en la memoria.

De acuerdo a Sousa (2000), al realizar un corte transversal del cerebro podemos observar el sistema límbico donde se encuentra ubicado el tálamo y el hipotálamo. El sistema límbico es a donde llega toda la información sensorial, excepto el olfato y desde donde se envían señales a otras partes del cerebro para su procesamiento Ratey (2003).

Dentro del sistema límbico también se observa una estructura conocida como hipocampo llamado así por su forma de caballito de mar que juega un papel fundamental en la consolidación del aprendizaje trasladando la información relevante a la memoria de largo plazo. El hipocampo está comparando

constantemente la nueva información con las experiencias almacenadas para crear significado Wolfe (2001). La mayor parte de las estructuras del sistema límbico se encuentran duplicadas en ambos hemisferios.

Unido al final del hipocampo se encuentra otra estructura muy importante llamada amígdala que en griego significa almendra Sousa (2000). Esta estructura tiene un papel fundamental en la generación de emociones (Damasio, 2003). Actualmente se cree que en la amígdala se procesa y en algunos casos se almacenan memorias emocionales, sin embargo éstas pueden ser almacenadas en otras áreas del cerebro (Kandel, 2007). Los maestros deben tener en cuenta que dos estructuras importantes involucradas en la memoria de largo plazo, la amígdala y el hipocampo, se encuentran en el centro emocional del cerebro.

Es importante que los educadores conozcan la estructura y funcionamiento de la neurona, porque es la unidad celular que permite el aprendizaje. Dentro del segundo módulo se incluye una explicación gráfica sobre la estructura de la neurona y los alimentos recomendados para óptimo funcionamiento neuronal. El profesor puede influir dentro del aula para que las neuronas reciban los estímulos y nutrientes necesarios para un mejor aprendizaje.

De acuerdo a la *Enciclopedia interactiva de conocimientos Océano* las neuronas están compuestas por un cuerpo celular del que emergen un sin número de ramificaciones denominadas *dendritas* (del griego, árbol), y de una fibra alargada denominada *axón* (Bargalló, E., et al. 2000).

Las dendritas reciben los impulsos eléctricos y los transmiten a otras neuronas a través del axón, por medio de un proceso electroquímico. Los axones están recubiertos por una vaina de mielina que lo aísla de las otras células y aumenta la velocidad de transmisión de los impulsos nerviosos. Las neuronas no

tienen contacto directo entre sí ya que entre el axón de una neurona y las dendritas de otra se encuentra un espacio equivalente a la millonésima parte de una pulgada denominado espacio ínter sináptico. (Bargalló, E., et al. 2000).

Los axones de una neurona solo se conectan con las dendritas de otra neurona. La función principal de un axón es la de llevar información en forma de estimulación eléctrica hacia el cuerpo de la neurona y transportar sustancias químicas (Bargalló, E., et al. 2000). Las neuronas almacenan sustancias químicas llamadas neurotransmisores en unos pequeños sacos, denominados vesículas sinápticas, ubicadas al final de los axones. Los neurotransmisores pueden estimular o inhibir a las neuronas a través de la sinapsis. Se han descubierto más de cien neurotransmisores hasta el momento, entre los más conocidos se encuentran la acetilcolina, la epinefrina, la serotonina y la dopamina. (Sousa, 2000).

Los neurotransmisores tienen gran relevancia en el aprendizaje ya que tienen efectos importantes en el comportamiento, la cognición y los sentimientos Damasio (1994). De acuerdo a Damasio (1994) estas sustancias forman parte de un complejo mecanismo junto con otras estructuras y funciones en la generación de comportamientos y otros procesos cerebrales.

Dentro de este segundo módulo se incluyen también las etapas del aprendizaje óptimo establecidas por Jensen (2000). El aprendizaje óptimo según Jensen (2000) ocurre en cinco etapas secuenciales que inician con la *Exposición Previa* la cual provee de una base para el nuevo aprendizaje y prepara el cerebro del estudiante con posibles conexiones. Esta etapa debe incluir una visión general del tema y una representación visual de los tópicos relacionados. Mientras mayor

sea el conocimiento previo sobre el tema más fácil será incorporar y procesar la información.

La segunda etapa para un aprendizaje óptimo de acuerdo a Jensen (2000) es la *Adquisición* que ocurre cuando se forman nuevas conexiones sinápticas debido a experiencias novedosas y coherentes. Si un estímulo resulta familiar las conexiones se fortalecen, con un estímulo desconocido o nuevo las conexiones que se formen al inicio serán más débiles. Existen muchas maneras para lograr la adquisición: discusión en grupos, lecturas, videos, juegos de roles o proyectos grupales, Jensen (2000).

La tercera etapa es la *Elaboración* que señala que para asegurar que el cerebro mantenga las conexiones nerviosas generadas con el nuevo aprendizaje es necesario reforzar las mismas a través de la comprensión con estrategias explícitas e implícitas. Por ejemplo: discusiones, simulaciones, lecturas, proyectos de teatro, hojas de trabajo o experiencias de campo, Jensen (2000).

La *Formación en la memoria* es la cuarta etapa y señala que para que un aprendizaje se mantenga en la memoria a largo plazo es necesario que se den múltiples factores que incluyen "adecuado descanso, intensidad emocional, un adecuado ambiente, una adecuada nutrición, calidad y cantidad de asociaciones, nivel de desarrollo óptimo y aprendizaje previo" (Jensen, 2000, traducción por la autora, p. 37). El sueño y el descanso son indispensables para que ocurran procesos de consolidación en la memoria Jensen (2000). Las emociones intensas y positivas generan la segregación de neurotransmisores que marcan los eventos como importantes Jensen (2000). La nutrición provee al cerebro de los elementos necesarios para la producción de neurotransmisores que actúan en el aprendizaje y la memoria Jensen (2000).

Al hablar de la nutrición adecuada para el aprendizaje se incluyeron dentro del programa las recomendaciones de Sousa (2000) que nos señala que las neuronas consumen oxígeno y glucosa. Mientras mayor sea el desafío que represente una tarea, mayor oxígeno y glucosa requerirán. Es importante que el cerebro cuente con suficientes nutrientes para que se mantenga funcionando en forma óptima. Bajos niveles de glucosa y oxígeno en la sangre pueden causar cansancio y adormecimiento. El ingerir una cantidad moderada de alimentos que contengan glucosa como las frutas, pueden mantener el desempeño y la precisión de la memoria operativa, la atención y el funcionamiento motor (Korol y Gold, citados en Sousa, 2000).

El agua también es fundamental para el buen funcionamiento del cerebro ya que permite la transmisión de señales neuronales. Una baja concentración de agua disminuye la cantidad y la eficiencia de las mismas. El agua también garantiza que los pulmones funcionen de forma óptima y oxigenen la sangre adecuadamente Sousa (2000). Si el cerebro cuenta con suficiente cantidad de agua, glucosa y oxígeno puede formar conexiones, los niveles de atención son óptimos y la memoria operativa funciona adecuadamente. Por lo tanto el que los estudiantes ingieran suficientes cantidades de estos elementos influirá en el aprendizaje (Scholey, Moss, Neave, y Wesnes citados en Sousa 2000). Muchos estudiantes y maestros no desayunan o su desayuno no incluye alimentos que contengan glucosa y tampoco ingieren la suficiente cantidad de agua. Es necesario que exista agua permanente para el consumo de los estudiantes y que se eduque en la importancia de consumir alimentos con glucosa, especialmente en las mañanas.

La quinta etapa definida por Jensen es la *Integración Funcional* la cual se puede lograr a través de la utilización y aplicación de lo aprendido para reforzar el conocimiento y ampliarlo Jensen (2000).

2.3 Desarrollo neuronal y ventanas de oportunidad

En el tercer módulo del programa se señalan aspectos relevantes del desarrollo neuronal. En este módulo se define el concepto y la importancia de las ventanas de oportunidad y la relevancia de la estimulación neuronal y la experiencia en el desarrollo cognitivo. El desarrollo neuronal de acuerdo a Sousa (2000) se inicia muy pronto después de la concepción. Durante los cuatro primeros meses cerca de doscientos billones de neuronas se han formado, pero la mitad de ellas muere alrededor del quinto mes de gestación al no poder conectarse con ciertas áreas del embrión en desarrollo. Esta destrucción masiva de neuronas está genéticamente programada para asegurar que las conexiones realizadas se preserven y para evitar que el cerebro se sobrecargue de neuronas que no lograron conectarse Sousa (2000). Las neuronas de un niño recién nacido según lo señala Sousa son inmaduras; muchos de sus axones carecen de la vaina protectora de mielina y existen pocas conexiones entre ellos.

A lo largo de la vida y de manera continua se realiza un proceso de consolidación de las conexiones que se consideran importantes y la eliminación de las conexiones que se consideran inútiles. Este proceso de consolidación y eliminación de conexiones se ve intensificado alrededor de los tres años y alrededor de los doce años, Sousa (2000).

Durante la adolescencia ocurren cambios interesantes a nivel neuronal que pueden explicar algunos comportamientos que se presentan en esta etapa del desarrollo. Algunos de los cambios más importantes nombrados por Wolf (2001) y

nombrados en el programa señalan que alrededor de los once años ocurre una destrucción masiva de conexiones que no son utilizadas. El cerebro se deshace de patrones de pensamiento que están obsoletos, es decir que no se utilizan, para mejorar su eficiencia. Wolfe (2001) también hace notar el hecho de que la mielinización, proceso gracias al cual los impulsos nerviosos viajan más rápido y más eficientemente no se ha completado aún en lóbulo prefrontal de los adolescentes y que la completa mielinización no ocurre sino hasta cerca de los veinte años.

En el lóbulo pre-frontal se llevan a cabo las funciones superiores de juicio, establecimiento de objetivos, planificación y organización de tareas múltiples al igual que el control emocional, el autocontrol y la inhibición emocional, lo que podría explicar ciertas falencias en el comportamiento y desempeño de los adolescentes en estas áreas y el apoyo que requieren por parte de los maestros para consolidar estas funciones Wolfe (2001). Igualmente Wolfe (2001) nos habla de la dificultad que tienen los adolescentes para identificar e interpretar las emociones de otras personas, lo que puede repercutir en la comunicación con los demás.

De acuerdo a Sousa (2000) las ventanas de oportunidad representan momentos importantes o "periodos sensibles" del desarrollo en los cuales el cerebro responde mejor a ciertos estímulos para crear o consolidar redes neuronales. Existen momentos u oportunidades que son críticos en el desarrollo, así por ejemplo si el cerebro no recibe estímulos visuales hasta los dos años, no se desarrollará la visión (Ratey, 2003). Si no se reciben estímulos de lenguaje hasta los diez años, la persona no podrá aprender a hablar Ratey (2003). De acuerdo a Restak (2005) el cerebro continúa siendo plástico durante toda la vida,

sin embargo Sousa (2000) señala que una habilidad se puede desarrollar con mayor maestría si se inicia cuando la ventana de oportunidad se abre. Las investigaciones en relación a cómo se desarrolla el cerebro sugiere que los ambientes enriquecidos en el hogar y el pre-escolar durante los primeros años de vida, pueden ayudar a los niños a desarrollar conexiones neuronales para el desarrollo de sus habilidades mentales (Bennet, Diamond, Krech, & Rosenzweig, citados en Rampura Asisch, 2000). Es fundamental tener en cuenta la plasticidad cerebral dentro del proceso educativo y ofrecer oportunidades de desarrollo durante los llamados “periodos sensibles” o ventanas de oportunidad.

Según Sousa (2000) el cerebro es un persistente buscador de novedad y cambio y está constantemente evaluando el ambiente en busca de estímulos. Si los estímulos son predecibles el cerebro pierde interés en el mundo externo y tiende a buscar hacia dentro sensaciones novedosas. Esta búsqueda de estímulos hace necesario proveer ambientes con estímulos interesantes y poco rutinarios para mantener el interés y generar nuevas conexiones cerebrales. La experiencia es la principal modeladora del cerebro y es la que prepara la estructura cerebral para futuras experiencias en la escuela, el colegio, el trabajo, y la vida familiar (Sylwester, 1995).

2.4 Memoria, retención y aprendizaje

Para entender cómo funciona la memoria y su conexión con el aprendizaje el programa incluye dentro del módulo cuatro el modelo de procesamiento de la información originalmente desarrollado por Robert Stahl (1985) y modificado por Sousa (2000). Según este modelo la información que llega del exterior es detectada por los sentidos e ingresada en el cerebro en forma de impulsos eléctricos que son analizados en función de su relevancia para la supervivencia

por el tálamo y en su mayoría descartados gracias al proceso de filtrado perpetuo o sensorio. Este proceso permite eliminar toda la información irrelevante de nuestro sistema.

La información que no ha sido eliminada pasa desde el tálamo hasta la corteza cerebral a través de la memoria inmediata que guarda la información por aproximadamente 30 segundos, después de los cuales la información es retenida o eliminada en función de la importancia que el individuo le conceda en base a su experiencia (Sousa,2000).

La memoria inmediata según el modelo de Stahl (1985) modificado por Sousa (2000) tiene un límite de capacidad y aunque esta capacidad aumenta con la edad, los adultos normalmente no pueden manejar más de siete elementos a la vez Sousa, (2000). El cerebro agrupa la información para poder manejar un mayor número de elementos. Si la información merece ser retenida, pasa a la memoria operativa para ser conscientemente procesada. La información es analizada en función de su sentido y significado. En la memoria operativa los datos recibidos son analizados, reorganizados o transformados para luego almacenarlos en alguna otra parte. El lóbulo frontal se activa y la atención y concentración se enfocan en su actividad. Si la memoria operativa es vital para el aprendizaje la memoria de largo plazo es indispensable.

Para que la información llegue a la memoria de largo plazo se requiere de un elemento fundamental en todo proceso: tiempo para transformar la materia prima, que en este caso es la información. Este tiempo de procesar y reprocesar la información es lo que se conoce como *ensayo* Sousa (2000) o el desarrollo de metacognición (Langer, 1997). *El ensayo* permite al estudiante otorgar a la información de sentido y significado por lo que se sugiere realizar repeticiones

simples para recordar secuencias, como procesos, algoritmos que ayudan a consolidar el aprendizaje.

Si la información que se entrega al estudiante es abundante se puede recurrir a la repetición acumulativa, donde se van añadiendo elementos a lo previamente memorizado, esto puede ser útil para enseñar una canción, un poema o secuencias. La utilización de taxonomías, la categorización, análisis de semejanzas y diferencias pueden ayudar a la retención de la información Jensen (2000).

Los conceptos más complejos requieren de un mayor procesamiento por lo que se sugiere utilizar técnicas de *ensayo por elaboración* donde se utilizan todas las vías sensoriales que ayudan a dar sentido y significado. Algunas actividades que pueden ayudar a la elaboración de los contenidos son: el parafrasear, la elaboración de notas personales, la predicción acerca de qué seguirá después, realizar preguntas sobre un contenido dado, realizar preguntas significativas que puedan dar lugar a conexiones con otros conocimientos, respuestas múltiples, presentar varios puntos de vista, resumir lo aprendido a través de un ensayo, un poema, un gráfico o una canción de acuerdo a las preferencias de los estudiantes puede ayudar a generar una mayor retención de temas complejos Jensen (2000).

El tiempo requerido para procesar la información varía de acuerdo al tipo de información que llegue al sistema y del estilo de aprendizaje de cada persona (Sousa, 2000). Si a la información que llega a la memoria operativa, no se le puede otorgar sentido o significado y si a este hecho le añadimos poco tiempo para procesarla, lo más probable es que esta información se pierda Jensen (2000). Si se cuenta con mayor tiempo para el procesamiento de la información ocurre lo que se conoce como *ensayo secundario* Sousa (2000) y la información

tiene más probabilidad de llegar a la memoria a largo plazo. Los criterios de almacenamiento por sentido o significado son independientes entre sí pero el significado es más relevante para generar la retención de la información Sousa (2000).

La información aprendida debe ser “codificada” de una manera que se relacione a conocimientos anteriores antes de ser almacenada en la memoria a largo plazo Sousa (2000). Esta codificación de la información pertinente es realizada por el hipocampo durante el sueño profundo y almacenada en diferentes lugares del cerebro (Stickgold, 2005). Es de vital importancia dormir adecuadamente para que ocurra el proceso de almacenamiento en la memoria a largo plazo (Sousa, 2000; Stickgold, 2005; Wolfe, 2001). Los maestros deben tener en cuenta que para lograr que la información llegue a la memoria a largo plazo se requiere de tiempo de procesamiento y específicamente de sueño. También es importante para los educadores considerar que algunos conceptos requieren de conocimientos previos para poder ser almacenados.

El sistema cognitivo de valores de cada individuo influye en el proceso de almacenamiento de la información. De acuerdo a Sousa (2000) el sistema cognitivo de valores está constituido por toda la información de largo plazo que cada persona tiene almacenada a lo largo de su vida y que le provee de una visión del mundo que le rodea. La información es combinada de acuerdo a las experiencias y necesidades haciendo que la percepción sea una experiencia individual y única.

Dentro del sistema cognitivo de valores encontramos al concepto sobre sí mismo que ha sido moldeado por las experiencias positivas y negativas de cada individuo generando una percepción acerca de lo que puede hacer o no puede

hacer, construyendo una memoria de tipo emocional que tiende a rechazar las experiencias en las que se ha fracasado y a repetir aquellas en las que se ha tenido éxito Sousa (2000). Un ejemplo en relación al sistema cognitivo de valores puede ser el siguiente: Un estudiante ha tenido mucho éxito en el área de lenguaje especialmente en realizar composiciones. Esta experiencia ha creado una imagen de sí mismo de seguridad y competencia frente a este tipo de tarea. Si por el contrario un estudiante ha tenido dificultades en lo que a composición se refiere tenderá a evadir este tipo de actividades y probablemente tendrá dificultades en asimilar información relacionada. El auto concepto es fundamental para el aprendizaje y los maestros tienen responsabilidad en el desarrollo de un auto concepto equilibrado y de fortalecer el auto confianza en los estudiantes frente a diferentes tareas lo que facilitará el aprendizaje futuro.

La retención de un aprendizaje, de acuerdo a Sousa (2000) está determinada también por el momento en que se presenta la información y este patrón de memorización se denomina *Efecto de Primacía-Novedad* que indica que lo que más recordamos durante un episodio de aprendizaje es lo que se presenta primero y luego lo que se presenta al final. Lo que menos recordamos es lo que viene después de la mitad (Sousa, 2000). Este patrón de memorización se ha incluido en el módulo cuatro sobre la memoria y se considera importante para el aprendizaje. *El Efecto de Primacía Novedad* tiene que ver con la capacidad de nuestra memoria operativa. La información inicial es analizada, la que llega después, sobrepasa la capacidad de la memoria operativa y la información final llega cuando la memoria operativa nuevamente se encuentra libre para procesar información. Los dos períodos de atención máxima de acuerdo a Sousa (2000)

duran aproximadamente 30 minutos y el periodo de retención mínima dura unos 10 minutos.

El tiempo que dura una lección, la cantidad de información involucrada y la metodología utilizada influyen en la retención de la información y por tanto en el aprendizaje. Sesiones cortas dotadas de sentido y significado, tiempo de práctica o descanso entre los segmentos de una lección y metodología variada que llegue a todos los canales de recepción de la información, permiten una mayor retención (Sousa, 2000). El programa demuestra estos puntos clave en el aprendizaje a través de juegos interactivos y ejemplos. Una estrategia que se sugiere en el programa y que utiliza la información sobre el Efecto de Primacía Novedad es la de presentar la información correcta y relevante al inicio de la clase, luego permitir la práctica o reflexión de lo aprendido y utilizar el cierre o final de la sesión para reflexionar y otorgar a la información de sentido y significado.

Otro concepto que se incluye en el módulo cuatro del programa es el de *recuperación de la información*. Cuando la información ha sido almacenada y es requerida, el cerebro lleva a cabo el proceso de recuperación de la información. Debido a que el aprendizaje está disperso en diferentes áreas del cerebro este proceso se puede volver complejo y el cerebro ha desarrollado estrategias para recuperar la información (Wolfe, 2001). Entre las estrategias más importantes se encuentra *el reconocimiento* por medio del cual se equipara un estímulo externo con la información previamente almacenada y *el recuerdo*, que es un proceso de búsqueda de la información en la memoria a largo plazo a través de señales o pistas sobre la misma Jensen (2000). Estas estrategias pueden ser enseñadas a los estudiantes para lograr conectar y recuperar información relevante.

La comprensión del proceso de almacenamiento y recuperación de la información puede ayudar al maestro a establecer estrategias y actividades para lograr que los estudiantes almacenen la información en la memoria de largo plazo y logren recuperarla más fácilmente cuando es requerida. Sousa (2000) propone la utilización del sentido del humor para aumentar la retención. Por ejemplo contar chistes o realizar analogías humorísticas que puedan generar una inyección de endorfinas, fijando la experiencia en la memoria emocional y volviéndola más intensa. El humor debe ser utilizado con delicadeza ya que lo que se considera gracioso difiere de persona en persona. Si la información resulta interesante para el estudiante la memoria inmediata no la descartará y le concederá más tiempo de análisis en la memoria operativa (Jensen, 2000). Por lo tanto investigar los intereses de los estudiantes para generar motivación y por lo tanto incrementar el tiempo de procesamiento de la información facilitará su retención.

El generar responsabilidad por el aprendizaje es una estrategia efectiva para aumentar la motivación y crear un sentido de urgencia que lleva a los estudiantes a analizar la información y aumentar su capacidad para retenerla (Jensen, 2000). Relacionar el nuevo material con conocimientos previos o aspectos conocidos de la realidad ayudará al estudiante a realizar conexiones neuronales más fuertes. Utilizar ejemplos relacionados a la experiencia de los estudiantes y ayudas mnemotécnicas como acrósticos, mapas mentales, metáforas, cuentos e historias, sopas de letras o crucigramas también puede fortalecer las conexiones (Sousa, 2000).

Las evaluaciones en el contexto educativo son importantes para verificar lo aprendido y comprobar si la información fue retenida en la memoria a largo plazo. Según lo sugiere Sousa (2000), las evaluaciones deben ser sorpresivas, después

de 24 horas como mínimo y enfocarse en los contenidos relevantes. Las evaluaciones permiten al educador determinar los aspectos que no estuvieron claros y entender los procesos de aprendizaje de cada estudiante

Dentro del contexto escolar es importante entender por qué se puede producir el olvido de información. El olvido puede ocurrir por varios motivos uno de los motivos más relevantes tiene relación con el desgaste natural de las vías de memoria y los cambios que ocurren a nivel de las sinapsis (Urbiola & Ituarte, 2002). Otra explicación es la interferencia de experiencias similares que obstaculizan el recuerdo de un dato similar más antiguo (Sousa, 2000). El olvido también forma parte del sistema natural de procesamiento de información del cerebro que tiene a necesidad de olvidar para no sobrecargarse de información trivial e inútil, dejando espacio para las experiencias más importantes (Sousa, 2000). El olvido constituye parte del sistema de procesamiento de la información, de tal suerte que olvidamos para no recordar lo innecesario y recordamos para fortalecer lo significativo.

El proceso de análisis, procesamiento y almacenamiento de la información que llega al cerebro, la recuperación de la misma y el olvido son conceptos claves dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje, los cuales se explican en este módulo del proyecto facilitando a los maestros la comprensión de un proceso cerebral complejo. A continuación se explicarán los conceptos utilizados dentro del módulo de Emociones y aprendizaje.

2.5 Emociones y aprendizaje

El quinto módulo del programa se refiere a las emociones y el aprendizaje. Este módulo del programa fue diseñado para explicar cómo las emociones influyen en el aprendizaje basándose en la explicación ofrecida por Ratey (2003).

Ratey (2003) señala que la información que llega desde el exterior al cerebro es filtrada por el tálamo y enviada a la neocorteza que la registra y analiza y por medio de los lóbulos prefrontales organiza una reacción. Si el carácter del estímulo es emergente se envía la señal correspondiente a la amígdala, que está ubicada a cada lado del cerebro sobre el tronco cerebral y que actúa como un centro de detección de peligro y envía señales para que se lleven a cabo acciones que permitan al individuo reaccionar para sobrevivir. La amígdala tiene extensas conexiones que permiten reaccionar de diferentes maneras frente a los estímulos emocionales que se presenten. Este es el camino regular que sigue la información pero también existen otras maneras en las que la información llega al cerebro.

Las señales emocionales pueden pasar directamente desde el tálamo hacia la amígdala sin pasar por la neocorteza permitiendo a las emociones poderosas superar toda racionalidad (LeDoux, 1996). Damasio (1994) ha señalado la conexión existente entre el lóbulo pre-frontal y la amígdala destacando el papel de las emociones en la facultad para tomar decisiones, ya que los pacientes con daños en esta conexión han perdido el acceso a la memoria emocional y la toma de decisiones se ve deteriorada, pues no cuentan con la información emocional sobre acontecimientos similares. Considero que estos descubrimientos tienen relevancia para el aprendizaje pues permiten entender que las emociones intervienen en los procesos racionales y que deben tomarse en cuenta en los ambientes educativos.

Desde el punto de vista de la autora, la visión tradicional de la educación ha sido que el estudiante debía desconectarse de sus emociones para aprender y que debía convertirse en una especie de robot receptor de información que utilizaba solo su capacidad racional para grabar lo que el profesor le transmitía.

Esta visión no está acorde con lo que señalan diversos autores como Jensen (2000), Sousa (2000), Urbiola & Ituarte (2002), Wolfe (2001). Estos autores enfocan al estudiante como un ser humano integrado donde el cerebro, el cuerpo y las emociones están interconectados durante el aprendizaje: “las emociones permiten enfocar el razonamiento y la lógica y generar la motivación necesaria para alcanzar una meta” (Jensen 2000, p.199).

Otro tópico incluido en el módulo sobre las emociones es el propuesto por Jensen (2003) que señala que como se sienten y comportan las personas en un momento dado se correlaciona con procesos cerebrales internos que los llevan a diferentes estados emocionales. Estos estados son individuales y únicos para cada persona. Las personas pueden cambiar de estado de un momento a otro. Las emociones cambian dependiendo de lo que piensen o suceda a su alrededor (Jensen, 2003). La labor del maestro es generar estados positivos que faciliten el aprendizaje, a través de diferentes estrategias que influyan en el estado emocional de los estudiantes (Jensen, 2003). Un cuadro comparativo entre los estados de ánimo comunes que se observan en los estudiantes y los estados de ánimo requeridos para un mejor aprendizaje de acuerdo Jensen (2000) puede observarse en el Anexo C.

Algunas estrategias para lograr que los estudiantes pasen de un estado no deseado a uno óptimo pueden ser las nombradas por Jensen (2003) como introducir cambios en el aula de clase, buscar mayor participación de los estudiantes, utilizar dinámicas para generar energía, realizar trabajos cooperativos, cambiar de lugares, usar la novedad e imaginación para crear impacto y estimular la atención.

Dentro del módulo referente a las emociones se ha incluido el concepto de inteligencia emocional introducido por Salovey y Mayer (1990) y difundido por Goleman (1995). Los conceptos básicos de Goleman han sido la base del desarrollo de varios programas educativos alrededor del mundo que buscan alcanzar un desarrollo integral de los niños y jóvenes. Los comportamientos asociados a la inteligencia emocional de acuerdo a Goleman (1995) incluyen el desarrollar mayor autoconciencia en relación a las propias emociones y los sentimientos cuando estos ocurren. Es decir poder identificar qué se está sintiendo en un momento dado y por qué se está experimentando esta emoción o sentimiento. Considero que al identificar y conocer las propias emociones es más fácil poder controlar las reacciones, mejorando el autocontrol. Si se logra identificar una emoción y controlarla es más fácil poder expresar los sentimientos de una manera menos impulsiva y más adecuada. Otra característica de la Inteligencia Emocional, es la capacidad para motivarse a uno mismo, a través de hábitos de pensamientos positivos y realistas sobre las metas que se quieren alcanzar. Dentro de la búsqueda de objetivos es fundamental la capacidad para postergar la gratificación, es decir poder controlar impulsos o necesidades en función de una meta mayor.

El concepto de Inteligencia Emocional incluye la relación con las demás personas y la capacidad para reconocer las emociones de otros. El poder sentir empatía y sintonizar de mejor manera con los que los demás desean y/o necesitan en un momento dado. Estas destrezas de acuerdo a Goleman ayudan a crear relaciones positivas con otras personas.

Según Goleman (1985), de acuerdo a estudios realizados sobre los elementos del aprendizaje efectivo el auto confianza y un sentido de control sobre el propio

cuerpo y el entorno son fundamentales para aprender. El niño debe sentir que puede confiar en los adultos que le rodean y que ellos serán amables. Es básico generar en el estudiante la idea de que descubrir cosas es algo positivo y placentero, esto se puede lograr generando un clima de confianza e incentivando un tipo de aprendizaje constructivo. También el que el educando desarrolle la capacidad para ponerse metas y alcanzarlas de manera intencional y persistente crearán un sentido de eficacia que reforzará comportamientos similares en el futuro.

Otro elemento importante dentro de un entorno de aprendizaje es la capacidad de establecer relaciones sociales. La capacidad de comunicación es de suma importancia en el entorno educativo es indispensable poder intercambiar verbalmente ideas, sentimientos y conceptos con los demás. La capacidad para cooperar en grupo equilibrando las propias necesidades con las de los demás, permite la colaboración. De acuerdo a las ideas analizadas en los párrafos anteriores para que el aprendizaje sea efectivo los estudiantes requieren desarrollar destrezas sociales, de autocontrol y autoconocimiento (Goleman, 1985).

Dentro de este módulo del programa se incluyen los conceptos de Howard Gardner (1983; 1998) que en su Teoría de Inteligencias Múltiples define la inteligencia intrapersonal e inteligencia interpersonal que se relacionan con la inteligencia emocional. Las inteligencias intrapersonal e interpersonal llaman a la reflexión sobre la necesidad de educar en las habilidades sociales. La inteligencia interpersonal “es la capacidad para detectar y responder en forma apropiada al estado de ánimo, temperamentos, motivos e intenciones de otros” (Gardner citado en Shaffer, 2000, p.320). Este concepto implica la necesidad de desarrollar

comportamiento. Algunas maneras de estimular este tipo de inteligencia son: “estrategias de pensamiento, imaginación, redacción de diario, relajación, autoconocimiento, ejercicios de enfoque y concentración, actualización, ensayos personales, práctica de metacognición, reflexión, soledad, auto evaluación,” (Urbiola & Ituarte, 2000, p.64).

Existen muchas iniciativas para aplicar el concepto de inteligencia emocional en las escuelas como el programa *Ciencia del Yo* citado por Goleman (2000) que incluye el desarrollo de la autoconciencia en relación a los propios sentimientos, temores, fortalezas y debilidades. La habilidad para tomar decisiones reflexionando sobre las consecuencias que éstas pueden llevar y el fortalecimiento de la autoestima y la responsabilidad frente a las propias acciones y decisiones.

Otro programa interesante es el establecido por Gottman (1997) que establece algunas recomendaciones para el entrenamiento emocional en los niños. Este programa sugiere estar alertas a las reacciones emocionales de los niños para trabajar conjuntamente con ellos en el manejo de las mismas. Esto implica que el profesor debe estar observando continuamente a los niños y trabajar con ellos en el desarrollo de su capacidad para distinguir sus propios sentimientos y emociones.

La expresión de emociones debe ser vista como algo natural y como una oportunidad de acercamiento y enseñanza. Es necesario que el maestro escuche con empatía el punto de vista del niño y sus sentimientos para entender sus emociones, sin imponer las propias. El profesor debe desarrollar empatía con los estudiantes y respetar lo que los niños sienten en un momento dado, buscando entender el punto de vista del niño y su reacción. La identificación de emociones

implica ayudar al niño a encontrar las palabras para nombrar las emociones que está sintiendo (Gottman, 1977). Esto ayuda a racionalizar al niño y generar un estado cerebral de tranquilidad. Esta forma de entender las emociones implica no rechazarlas y enseñar a identificarlas para poder controlarlas de mejor manera.

Los conceptos de inteligencia emocional, interpersonal e intrapersonal se incluyeron en el programa por la importancia que tiene el reconocer y controlar las emociones en el proceso educativo al igual que el desarrollo y fortalecimiento de relaciones sociales constructivas. Estos conceptos juegan un papel decisivo en la creación de un clima positivo de aprendizaje que se explican en el módulo siguiente.

2.6 Construcción de ambientes óptimos para el aprendizaje

Dentro del programa se ha incluido en el módulo seis estrategias para generar un ambiente óptimo para el aprendizaje. El módulo seis parte de la idea de que el cerebro está constantemente analizando el ambiente que le rodea y que el cuerpo humano es especialmente sensible a lo que sucede a su alrededor por lo que el cuidar y generar un ambiente apropiado para aprender influirá en el aprendizaje. Dentro del módulo seis se analizan las posibilidades que tienen los maestros para crear ambientes de aprendizaje positivos y seguros a través de su comportamiento y de algunas estrategias orientadas a crear un clima de aprendizaje óptimo.

El espacio físico y psicológico que nos rodea ejerce influencia en nuestra manera de sentir y pensar sobre las cosas. Este fenómeno de sugestión que ejerce el ambiente sobre las personas fue investigado y trasladado al aula de clase por Lozanov (1979). Lozanov pensaba que los detalles del ambiente, positivos o negativos, podían alterar el resultado en el proceso de aprendizaje.

Dentro del ambiente de clase la generación de seguridad es clave para lograr un mayor aprendizaje. Según lo señala Sousa "cada vez que un estudiante detecta una amenaza, el procesamiento racional es ahogado por la emoción o por las reacciones de supervivencia" (Sousa, 2002, p. 62). De igual forma Jensen (2000) señala que cuando una persona siente peligro las glándulas adrenales segregan cortisol, un neuroquímico que produce diferentes reacciones físicas como la depresión del sistema inmunológico, el aumento de la presión sanguínea, la tensión muscular e inclusive puede llegar a generar la muerte de células nerviosas en la zona del hipocampo, una estructura que interviene en el proceso de la memoria lo que impacta en el aprendizaje.

Si un estudiante se siente amenazado de alguna manera sea física o psicológicamente, su atención y sistemas se ocuparan de reaccionar frente al peligro impidiendo el aprendizaje. De acuerdo a Urbiola & Ituarte (2002) el cerebro humano emite respuestas fisiológicas y modifica su funcionamiento disminuyen su capacidad para analizar la información proveniente del medio ambiente frente a situaciones de amenaza o peligro. Jensen (2000) establece que otra de las consecuencias negativas del estrés para el aprendizaje es la incapacidad para establecer relaciones y para comprender e integrar la información.

El estrés sostenido puede llevar a las personas a un estado de apatía y desmotivación que impide su normal desenvolvimiento en la vida, impactando en el aprendizaje. Según Urbiola & Ituarte (2002), las amenazas pueden ser físicas, si existe una agresión como por ejemplo golpes, jalones o empujones. Las amenazas pueden ser intelectuales cuando el estudiante se siente incapaz, frente a retos superiores a sus habilidades por no contar con los recursos o tiempo suficiente para realizar determinada tarea. Las amenazas también pueden

ser emocionales cuando el estudiante es objeto de burla o humillación, rechazo o falta de integración (Levine, 2000). Es necesario eliminar las fuentes que provoquen sentimientos de amenaza o peligro en los alumnos para que el aprendizaje se desarrolle con normalidad.

Para disminuir la tensión causada por amenazas que vienen de fuera de la clase, Jensen (2000) sugiere realizar diferentes actividades como juegos físicos, caminatas, interacción en parejas o grupos, reflexiones personales o composiciones respecto a las amenazas percibidas o reales. Con el objetivo de disminuir la percepción de amenaza por parte de otros estudiantes es necesario que el grupo establezca un código de comportamientos esperados y que no se toleren malos tratos o amenazas entre compañeros.

En base a lo expuesto en los párrafos anteriores se sugiere que el profesor inicie un proceso reflexivo de auto análisis y búsqueda de retroalimentación por parte de los estudiantes para entender que actitudes y comportamientos suyos pueden estar generando sentimientos de amenaza en sus alumnos. Desde el punto de vista de la autora es necesario que el maestro demuestre mayor apertura, honestidad emocional y comunicación para crear ambientes de confianza para el aprendizaje. Jensen (2000) sugiere consultar a los alumnos sobre tiempos de entrega de informes o trabajos, permitir la participación en la definición de objetivos de aprendizaje. Consultar sobre aspectos que les disgustan o que les desmotivan para aprender, responsabilizar a los alumnos de su propio desempeño, además de ofrecer y buscar conjuntamente soluciones a los problemas que se presenten. Estas estrategias están nombradas dentro del programa y constituyen una fuente de consulta para ayudar a los maestros a crear un ambiente más seguro, minimizando los sentimientos de amenaza o

intimidación en los estudiantes provenientes ya sea por parte del profesor o de otros alumnos.

Crear un ambiente psicológico seguro es una responsabilidad primaria del educador quien debe evitar sentimientos de amenaza y peligro. Según Sousa los maestros pueden “convertir sus salones de clase en ambientes favorables para el aprendizaje evitando las amenazas (inclusive la intimidación sutil) y establecer un entorno democrático donde los estudiantes son tratados con justicia y sientan que pueden expresar sus opiniones libremente durante las conversaciones de clase” (Sousa, 2000, p.62, traducción por la autora).

El enriquecimiento de las clases y la utilización de otros recursos didácticos se construyen sobre la base de la seguridad dentro del aula de clase, por lo que este es el primer paso para construir un ambiente óptimo de aprendizaje. Urbiola & Ituarte (2002) señalan que algunas formas de generar seguridad y predictibilidad es a través de rituales sociales, costumbres y tradiciones dentro del grupo.

Estos comportamientos permiten que el cerebro perciba un ambiente libre de amenazas. Por ejemplo, comenzar siempre la clase con una canción o con una ronda o con ejercicios de respiración o ejercicios físicos pueden ayudar a generar predictibilidad (Urbiola e Ituarte, 2000). Es decir crear un patrón de inicio de clases predecible para los estudiantes ayudará a crear un sentimiento de seguridad psicológica. Estos comportamientos permiten que el cerebro perciba un ambiente libre de amenazas.

Dentro de este sexto módulo del programa también se incluyen formas de enriquecer al ambiente de aprendizaje. Para entender la importancia de crear ambientes enriquecidos para los estudiantes es necesario entender el concepto de *plasticidad cerebral*. La plasticidad cerebral se refiere a la capacidad que el

cerebro tiene de cambiar a través de la experiencia y de la exposición a ciertos estímulos y este es un motivo importante para que el maestro se preocupe por enriquecer el ambiente de aprendizaje. Esta es una conclusión a la que han llegado diversos investigadores que señalan que las células nerviosas forman nuevas conexiones y se expanden a través de la estimulación ambiental (Black et al., 1990; Diamond, 1967; Green, Greenough, y Schulmpf 1983; Healy, 1990).

Un ambiente enriquecido de acuerdo a Jensen (2000) es aquel que ofrece novedad, desafíos, estímulos coherentes y significativos, retroalimentación sobre el desempeño y tiempo para procesar la nueva información.

Varios experimentos realizados por investigadores de la Universidad de Berkeley en ratones llevaron a la conclusión de que la combinación de estímulos intelectuales y sociales eran necesarios para el desarrollo del corteza de las ratas criadas en ambientes enriquecidos (Rampura, 2000). Las investigaciones realizadas por los científicos de Berkeley destacan la necesidad de ofrecer ambientes enriquecidos y variados en edades tempranas para promover la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida.

Patricia Wolfe (2001) señala algunas estrategias interesantes que pueden ayudar a enriquecer el ambiente de aprendizaje que también se han incluido en el en el módulo *seis* del programa como involucrar a los estudiantes en procesos reales de solución de problemas que puedan existir en la comunidad, el colegio o la clase. Los problemas que se presenten a los niños deben ofrecer reto, es decir deben ser difíciles de solucionar y contar con límite de tiempo e información, de tal manera que los estudiantes deban buscar datos, realizar análisis y resolver dificultades. Utilizar proyectos en los que los estudiantes se sientan involucrados, con objetivos claros de aprendizaje y que sintonicen con sus intereses. Realizar

simulaciones y juegos de roles, estos deben ser planificados, bien estructurados y procesados, para lograr inferencias. Es recomendable introducir gráficos, figuras y audiovisuales relacionados a la materia, realizar cambios en la decoración del aula, buscar elementos visuales innovadores y novedosos y colores.

La luz suave y natural como parte del ambiente físico ha demostrado ser la más adecuada para el aprendizaje, sin embargo esta puede variar de acuerdo a las actividades que se realicen (Jensen, 2003). La luz fluorescente no es aconsejable, ya que de acuerdo a Dunn (1985) esta genera inquietud e impaciencia porque estimula al sistema nervioso y puede causar molestia en los ojos.

Dentro del sexto módulo del programa también se han incluido algunas ideas sobre el aprendizaje inconsciente partiendo de la idea de que el aprendizaje es un proceso permanente que no está ligado necesariamente a la clase preparada por el profesor. Esto quiere decir que el aprendizaje tiene lugar no solo dentro del aula y a través de actividades planificadas. El cerebro está captando todos los estímulos que se encuentran a su alrededor y existe información que pasa a nuestro cerebro de manera inconsciente. Muchos aspectos de la clase y actitudes del maestro ejercen influencia sobre los estudiantes. Los mensajes no verbales, la imagen del profesor, comentarios y opiniones emitidas, el trato que brinda a los alumnos, sus valores, ejercen influencia (Jensen, 2003). Jensen (2000) señala algunas estrategias para influir positivamente en los estudiantes como demostrar una actitud positiva y alegría por el aprendizaje, colocar mensajes positivos y afirmativos en la clase, introducir modelos sociales positivos, invitados especiales, citar a expertos relacionados a las materias, incorporar videos, fotografías, música, diapositivas u otros elementos visuales relacionados a los tópicos.

Otro tema abordado en el módulo seis es la influencia que tiene la forma de comunicarse del profesor. Es necesario cuidar la forma como se piden las cosas y la forma en que se dan instrucciones. Por ejemplo, utilizar siempre palabras cordiales como “por favor” y “gracias” con un tono de voz amable.

Es recomendable que los estudiantes no se sientan obligados, controlados, irrespetados o manipulados, ya que esto puede causar reacciones de estrés y de resistencia (Jensen,2003). La participación en el establecimiento de objetivos, actividades y proyectos es fundamental porque de esta manera los alumnos sienten que su opinión e intereses son importantes.

Dentro de este módulo sobre la creación de ambientes óptimos de aprendizaje se ha incluido a la música como herramienta, tomando como base las ideas de Don Campbell (1998). De acuerdo a Campbell (1998) la música combinada con el arte ha demostrado ser un vehículo para la expresión de emociones y sentimientos que los estudiantes no pueden expresar verbalmente. Otros autores como Jensen (2000); Sousa (2000); Wolfe (2001); Urbiola e Ituarte (2000) recomiendan el uso de la música para crear ambientes óptimos de aprendizaje. La música según lo señala Campbell, genera un ambiente positivo y relajante que favorece la integración sensorial necesaria para almacenar información en la memoria a largo plazo y mejora el aprendizaje de la lectura, lenguaje y matemáticas. Barzakov (1987) ha señalado el efecto estimulante que tiene la música barroca y la de Mozart en varios niveles cerebrales dando como resultado un aumento en la creatividad. Cierta tipo de música ejerce un efecto relajante en las personas y esto puede ayudar a mejorar la atención, generar contacto con los propios sentimientos e inclusive lograr la producción creativa

Campbell (1998). De acuerdo a Campbell existen otros beneficios asociados a la música como la estimulación energética y la coordinación ínter hemisférica.

El concepto de inteligencia musical establecido por Gardner (1995) también se incluye en el módulo seis. La inteligencia musical consiste en “la sensibilidad al tono y melodía; capacidad para combinar tonos, frases musicales en ritmos mayores; comprensión de los aspectos emocionales de la música” (Gardner, nombrado en Shaffer, 2000, p.320). En síntesis se puede concluir que este tipo de inteligencia puede ser estimulada dentro del proceso educativo no solo a través de la educación musical sino también incorporando actividades rítmicas, canciones que contengan material de aprendizaje y música ambiental.

La música también puede ser utilizada como medio para desarrollar otras destrezas que no están desarrolladas o que requieran estimulación. A pesar de que los estudios no son concluyentes aún, de acuerdo a Sousa (2000) existe una relación entre el aprendizaje musical y la habilidad para resolver problemas de tipo matemático o espacio temporal, es decir que la música probablemente puede ayudar a los educadores a mejorar el desempeño de niños en estas áreas específicas. El trabajo en proyectos que incluyan la utilización de la música considerada como una inteligencia específica y al mismo tiempo como medio para desarrollar otras aptitudes es aconsejable.

La música de Mozart de acuerdo a estudios realizados por Lozanov (1978) permite que las células nerviosas se organicen en patrones aumentando su capacidad de percepción y se puede usar como música de fondo para realizar tormentas de ideas, lectura, durante un examen, antes de la clase de matemáticas, ciencias o física. Desde el punto de vista de la autora la música, debería formar parte de un currículo transversal.

En este módulo del programa se ha incluido también un segmento dedicado a la importancia de los ejercicios y el movimiento en el aprendizaje. “El ejercicio mejora la circulación y ayuda a que las neuronas reciban más oxígeno y nutrientes. Estimula la producción de dopamina, un neurotransmisor que ayuda a mejorar la atención”. Según (Jensen, 2000, traducción por la autora, p.167), actividades de juego, competencias, baile, dramatizaciones, deportes, simulaciones o juegos cooperativos, son actividades que facilitan el aprendizaje y también ayudan a aumentar la productividad durante las clases. No es conveniente mantener a los estudiantes sentados durante mucho tiempo porque de acuerdo a Jensen (2000) esto genera letargo y distracción. De acuerdo a Ratey (2003), los movimientos físicos pueden influir en nuestra capacidad de aprender, pensar y recordar. El movimiento y la actividad física como hemos descrito en los párrafos anteriores, se relacionan con la producción de neurotransmisores que ayudan a mejorar la atención, la memoria y el clima de la clase.

El programa de entrenamiento que se presenta junto con este documento ofrece una visión general sobre el neuro-aprendizaje, las estructuras generales básicas del cerebro y el desarrollo neuronal, para luego introducir temas más específicos sobre algunas de las funciones cerebrales relevantes para el aprendizaje como la memoria y la retención de la información. Otros factores relevantes en el proceso de aprender como la influencia de las emociones, las relaciones sociales, la actividad física, la música y el ambiente creado, también forman parte del proyecto desarrollado.

3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto constituye un aporte individual a la necesidad de actualización en conocimientos y capacitación que presentan los maestros en el Ecuador. De acuerdo a datos publicados en *El Comercio* (2005, p. A6), la preparación docente es el lado débil del proceso educativo y en el Ecuador existe la necesidad de invertir recursos en la actualización de conocimientos de los maestros. Existen falencias detectadas en cuando a pedagogía en el desempeño de los maestros. Así, en una encuesta reciente realizada por el Contrato Social por la Educación en el Ecuador a 89 estudiantes de bachillerato de la ciudad de Quito acerca de la percepción sobre sus maestros, uno de cada tres estudiantes considera que el principal problema que encuentran en sus profesores son de tipo pedagógico: “clases aburridas, poco dinámicas, con escasa participación, la falta de comunicación, incomprensión y la percepción de injusticias en el trato y las calificaciones” (Contrato social por la educación, 2006, *Sondeo de opinión aplicado a estudiantes secundarios*, p.2).

En la investigación realizada por el Contrato Social por la Educación en el Ecuador (2006) también se señalan los aspectos que los estudiantes consideraban deben cambiar los profesores son: “...su carácter pues algunos son: autoritarios, poco comunicativos, dan miedo” (Contrato social por la educación, 2006, *Sondeo de opinión aplicado a estudiantes secundarios*, p.2).

La capacitación docente es fundamental para mejorar la calidad de la enseñanza en el país. Al respecto el *Informe de Progreso Educativo Ecuador* (2006) sostiene que “si se aumentara el nivel de preparación de los profesores, especialmente de los primeros años de educación básica, habría un aumento

sustancial de la calidad educativa y una mejor preparación de los niños para estudiar el bachillerato” (p.22).

Específicamente, este proyecto responde a cuatro necesidades de la docencia del país. En primer lugar, el proyecto ofrece a los educadores una herramienta de capacitación que puede ser utilizado de manera flexible y sin barreras de tiempo y espacio acorde a las nuevas tendencias educativas caracterizadas por el uso de la tecnología y la digitalización del conocimiento. Segundo, mucha de la información sobre los descubrimientos del cerebro y su aplicación a la labor docente se encuentran en inglés, por lo que este proyecto constituye una herramienta de consulta en español, para la planificación de clases y permitirá a los maestros introducir conceptos importantes sobre el funcionamiento del cerebro en el desarrollo de contenidos y actividades. Tercero, este proyecto puede constituir la base para el desarrollo de otro tipo de materiales de apoyo relacionados al funcionamiento del cerebro y sus implicaciones en el aula de clases. Cuarto, este proyecto busca mejorar especialmente el ambiente de aprendizaje en aspectos de comunicación y seguridad en el aula aspectos fundamentales para lograr un aprendizaje efectivo.

Al momento en Ecuador no existe un programa multimedia de esta naturaleza desarrollado para los docentes que presente el estado del arte en lo referente al entendimiento del cerebro y sus aplicaciones a la educación. La tendencia futura en el ámbito educativo se basará en las investigaciones sobre la mente y el cerebro y probablemente será el nuevo paradigma de la educación.

4. METODOLOGÍA

4.1 Diseño de Contenidos

Para el diseño de los contenidos del programa propuesto se utilizó como marco conceptual la metodología señalada por Jensen (2000) en su libro *Brain-based learning*, que establece siete estrategias secuenciales para la planificación de contenidos y que han sido traducidos y adaptados por la autora para el programa multimedia:

1. Exposición Previa: Exponer a los usuarios del programa a la visión general de cada módulo de estudio.
2. Preparación: Estimular la curiosidad de los usuarios del programa a través de un vínculo personal o contextual con el tema.
3. Iniciación y adquisición: Sumergir a los usuarios del programa en una experiencia de aprendizaje que involucre ideas, detalles, complejidad y significado.
4. Elaboración: Promover en los usuarios del programa reflexión y/o aplicación sobre el aprendizaje logrado.
5. Incubación y codificación en la memoria: Permitir a los usuarios un tiempo de reflexión y revisión acerca de lo aprendido.
6. Verificación del aprendizaje logrado: Establecer fórmulas de evaluación del aprendizaje adquirido por los usuarios del programa.
7. Celebración e integración: El programa brindará refuerzos positivos a los usuarios cuando alcancen una respuesta correcta.

4.2 Apoyo profesional

Para el desarrollo del programa se utilizaron los servicios profesionales de un Ingeniero de Sistemas, quien desarrolló el programa en base al diseño,

contenidos y lineamientos establecidos por la autora. Un ejemplo de la forma como se llevó a cabo este trabajo puede observarse en el Anexo D.

4.3 Localidad

El programa fue utilizado y evaluado por ocho profesores de la sección primaria de un colegio particular de la ciudad de Quito. El colegio donde fue probado el programa se eligió en base al criterio de que contaba con equipos adecuados para el uso del programa. Otro criterio utilizado para la elección del colegio fue si la institución educativa estaba dispuesta a promover el uso de la herramienta y sus aplicaciones a la labor docente.

Para la distribución y uso del programa se requirió la autorización escrita del Director Académico de la sección primaria, para lo cual se desarrolló una carta de autorización (ver Anexo E).

4.4 Evaluación del programa

El programa fue evaluado a través de un cuestionario desarrollado por la autora sobre el formato, contenido y aplicabilidad de la información a la labor docente constituido por 12 preguntas cerradas y tres preguntas abiertas (ver Anexo F). Las respuestas obtenidas se tabularon por factor y se incorporaron las sugerencias dadas por los usuarios al producto multimedia.

El aprendizaje logrado por los usuarios del producto se midió a través de evaluaciones integradas en el programa para cada módulo de estudio. La eficiencia final del producto se calificó sobre cinco puntos y fue obtenida en función de las respuestas dadas en el cuestionario de evaluación sobre el programa de entrenamiento y por el puntaje promedio sobre cinco obtenido por los usuarios en las evaluaciones que forman parte del programa de entrenamiento. Se consideró aceptable para el producto una calificación promedio

por factor de 4.5 sobre 5 (90%). A continuación se presentan las definiciones de los factores de evaluación del producto:

1. Formato y diseño del programa

Este factor se refiere a la percepción de los usuarios sobre si el programa de entrenamiento es amigable y fácil de utilizar, si el formato es atractivo y estimulante, si el diseño y la diagramación son adecuadas y si el tiempo requerido por parte de los usuarios para completar el programa es idóneo.

2. Contenidos del programa

El factor de los contenidos del programa se refiere a la percepción que tienen los usuarios sobre los módulos de estudio que incluye el programa, sobre la relevancia del contenido para su desarrollo profesional, la posibilidad que ofrece el producto de adquirir nuevos conocimientos sobre el cerebro y el aprendizaje y la existencia de referencias bibliográficas sobre el contenido y si recomendarían el programa a otros colegas.

3. Aplicabilidad de la información a la labor docente

Este factor se refiere a la percepción de los usuarios sobre la aplicabilidad de los contenidos a la planificación de clases. El desarrollo de las clases y a la mejora de los resultados esperados de sus estudiantes.

4. Promedio de calificación de los usuarios

Este factor está constituido por las calificaciones obtenidas por los usuarios del programa de entrenamiento en las evaluaciones contenidas en el mismo.

Esta evaluación cuantitativa se complementó con una evaluación cualitativa. Los datos cualitativos eran recolectados a través de las preguntas abiertas incluidas en el cuestionario. Las preguntas que se incluyeron en el cuestionario se refieren a lo que a los usuarios les gustaría cambiar del programa y lo que los

usuarios quisieran que el programa incluya y otros comentarios o sugerencias anotadas. Los cuestionarios completos fueron codificados y analizados en términos de porcentajes obteniéndose los resultados que se anotan a continuación.

5. LIMITACIONES DEL PROYECTO

Una limitación que presenta el proyecto es el hecho de estar realizado en un formato CD-ROM lo que limita su utilización a aquellos educadores que tengan acceso a una computadora con ciertas especificaciones técnicas para poder correr la aplicación. Esto significa que un pequeño porcentaje de las escuelas en Ecuador podrían inicialmente tener acceso al programa y utilizarlo. Los errores detectados en la aplicación en esta primera etapa ayudarán a refinar el programa para su futura utilización en otras escuelas conforme avance la tecnificación y el uso de computadores en otros planteles educativos.

Otra limitación del proyecto es que la investigación sobre el cerebro está avanzando rápidamente y algunos conceptos e ideas que se presenten pueden verse modificados en el transcurso de su desarrollo. Siempre hay la posibilidad que nuevos descubrimientos de la neurociencia pueden alterar el contenido del programa.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación se refieren a la evaluación cuantitativa y cualitativa que realizaron los profesores que utilizaron el programa. Los factores evaluados por los profesores referentes a formato y diseño del programa, contenidos del programa, aplicabilidad de la información a la labor docente y promedio de calificaciones obtenidas por los usuarios, sobrepasan el

estándar establecido por la autora de 4.5 sobre 5. Este resultado se lo considera positivo e indica una percepción favorable de los profesores respecto al programa.

El factor que evaluó el programa en cuanto a formato y diseño tuvo una calificación de 4.70 sobre 5. Este factor incorpora las opiniones de los profesores que evaluaron el programa en relación a si el formato es atractivo y estimulante. Si el diseño y la diagramación son adecuadas y si el tiempo requerido por parte de los usuarios para completar el programa es idóneo. Este resultado implica una percepción positiva en relación a la facilidad que presentó el programa para su utilización. Este resultado cuantitativo también se ve fortalecido con los comentarios emitidos por algunos profesores como por ejemplo: "En realidad es muy completo y de fácil utilización, la información es clara, rápida y precisa."

Otras sugerencias concretas para mejorar el programa en cuanto a diseño y formato es la utilización de música más formal. En el futuro se puede evaluar el programa con puntos más específicos para establecer si es necesario un cambio en la música o si es una percepción individual. Otra sugerencia recibida es la de alertar al usuario con un cambio de color cuando se comete un error en las evaluaciones que se realizan al final de cada módulo de estudio. Esta sugerencia puede ser incorporada para una mayor visualización de los errores en las evaluaciones. Finalmente se sugiere la utilización de más videos y gráficos. El programa no contiene ningún video. Debido al costo de producción de material audiovisual no se pudieron incorporar videos relacionados al tema, lo cual sin duda enriquecería el instrumento.

El puntaje obtenido en relación al contenido teórico del programa fue 4.95 sobre 5. El grupo de profesores que evaluó el programa calificó al contenido señalando que este es pertinente, tiene relevancia para el desarrollo profesional y

que ofrece la posibilidad de adquirir nuevos conocimientos sobre el cerebro y el aprendizaje. La evaluación también incluye una respuesta positiva sobre la existencia de referencias bibliográficas sobre el contenido y su recomendación a otros colegas. Algunos comentarios anotados en la evaluación cualitativa por los profesores que evaluaron el programa también sustentan esta idea por ejemplo: "...muy didáctico y felicito la prolijidad al realizarlo, el nivel de investigación y la creatividad para el manejo de tópicos muy interesantes y relevantes para los educadores". Otros profesores dijeron que el programa: "Contiene información actual y relevante que puede apoyar y dar luces para nuestro quehacer" y que "Permite comprender ciertos comportamientos de los jóvenes."

Existe la sugerencia por parte de uno de los profesores que evaluó el programa de incluir mayor información sobre inteligencias múltiples. Si bien la teoría de inteligencias múltiples no está respaldada por estudios sobre el cerebro, se incluyeron dentro del programa la Inteligencia Intrapersonal e Interpersonal como parte del módulo de las emociones. También se encuentra nombrada dentro del módulo seis del programa como parte del ambiente de aprendizaje, el concepto de Inteligencia Musical. Considerando la sugerencia recibida se incorporará un vínculo hacia una dirección electrónica que presente mayor información sobre Inteligencias Múltiples.

El programa obtuvo una calificación de 4.66 sobre 5 en cuanto a aplicabilidad de la información a la labor docente. Este factor se refiere a la percepción de los usuarios sobre la aplicabilidad de los contenidos a la planificación de clases, al desarrollo de las clases y a la mejora de los resultados esperados de sus estudiantes. Este es el puntaje más bajo obtenido por el programa y aún cuando sobrepasa el estándar establecido de 4.5 sobre 5 sería conveniente fortalecer

este factor incorporando al programa mayores puntualizaciones sobre la planificación de clases y mayores aplicaciones prácticas.

Las calificaciones obtenidas por los profesores que evaluaron el programa en los diferentes módulos que forman el contenido, en promedio son de 4.84 sobre 5 (Anexo G) lo que apoya la idea de que la herramienta puede ser eficiente como medio de enseñanza de conceptos importantes sobre el cerebro y el aprendizaje. Este resultado señala que el programa logró el nivel de adquisición de conocimientos esperado dentro del grupo de usuarios y que puede ser efectivo en la transmisión de información y conocimientos.

A continuación se presenta un resumen de las principales respuestas recibidas a las preguntas abiertas que se realizaron a los profesores sobre el programa. Sobre la consulta realizada en relación a ¿qué les gustaría que el programa incluya?, contestaron 5 de los 8 profesores encuestados respondiendo que les gustaría que se incluyan todas las inteligencias múltiples ya que solo se habla de la intrapersonal, interpersonal y musical. Otras respuestas recibidas señalaron que el programa es completo y de fácil utilización y que la información es clara, rápida y precisa. También se solicita la inclusión de más material, video y gráficos al igual que más recomendaciones prácticas para la planificación de clases de acuerdo con la edad de los estudiantes, duración hora, clase y currículo.

En relación a la pregunta que pide a los maestros que escriban algo que les gustaría cambiar respecto al programa respondieron 6 de 8 encuestados. Estos maestros sugirieron que la redacción del texto sea más directa, mientras que otro de los encuestados señala que "No cambiaría nada, me parece muy significativo y funcional" Otro de los comentarios recibidos fue "Me pareció muy

didáctico y felicito la prolijidad al realizarlo, el nivel de investigación y la creatividad para el manejo de tópicos muy interesantes y relevantes para los educadores”. Este resultado señala la pertinencia del programa y una aceptación favorable por parte de los profesores que lo utilizaron.

Entre los comentarios y sugerencias recibidos por parte de 6 de los 8 encuestados podemos citar los siguientes: “Debe existir la posibilidad de guardar las respuestas de reflexión de las evaluaciones” “Excelente trabajo, es un buen material, vale la pena tenerlo”, “Me parece una buena iniciativa para entrenar a los docentes”, “Contiene información actual y relevante que puede apoyar y dar luces para nuestro quehacer”, “Es una buena iniciativa para el entrenamiento o capacitación de los maestros”, “Permite comprender ciertos comportamientos de los jóvenes”. Estos comentarios y sugerencias de los profesores son positivos y contribuyen a la idea de que la utilización de la tecnología para la capacitación docente es factible y aceptada por los maestros.

Los resultados obtenidos nos llevan a pensar en que la tecnología está cambiando la manera tradicional de capacitar y que puede aportar de manera significativa al desarrollo profesional de los maestros. De acuerdo a la Directora Académica del colegio donde se llevó a cabo la evaluación del Programa, este será entregado a todos los profesores de la Institución Educativa en el próximo año escolar como parte de su capacitación general. Esta decisión fortalece la pertinencia del contenido y su potencial como herramienta docente. Esta segunda etapa proporcionará más datos para seguir mejorando el programa.

7. CONCLUSIONES

El uso de la tecnología permite flexibilizar la capacitación del profesorado, otorgándole libertad para manejar su tiempo de estudio y preparación, rompiendo las barreras de tiempo y espacio de la capacitación presencial. El programa fue entregado a cada profesor y cada uno lo siguió sin un horario fijo y sin la presencia de un instructor lo que confirma la posibilidad de entrenamiento por un medio electrónico. Este tipo de herramientas forman parte de la educación actual y se espera que programas de esta naturaleza puedan ser accesibles a través de la Internet conforme avanza la tecnología y se expande en el ámbito educativo.

En función de la experiencia en la utilización del programa por parte del grupo de profesores, se puede concluir que es pertinente el uso de la tecnología multimedia para el entrenamiento docente dentro del contexto de ese colegio. Se puede presumir que otros colegios con las mismas características tendrán los mismos resultados.

Existe interés por parte del grupo de profesores que recibió el programa en relación al funcionamiento cerebral y su relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje, esto lo podemos concluir en base al puntaje obtenido en el factor de contenido (4.95 sobre 5) y en base al resultado promedio de calificaciones obtenidas por los profesores (4.84 sobre 5). Este interés también se manifiesta en algunos comentarios y sugerencias como los siguientes: "Contiene información actual y relevante que puede apoyar y dar luces para nuestro quehacer" "Excelente trabajo, es un buen material, vale la pena tenerlo"

En base a la experiencia obtenida en el desarrollo, uso y evaluación del producto es factible adaptar la metodología propuesta por Jensen (2000) a un producto multimedia de entrenamiento docente. Algunos conceptos que se

incluyen en el contenido del programa fueron utilizados en el propio desarrollo del proyecto. Dentro de los puntos de Jensen (2000) que se destacan en el programa están la utilización de novedad, el uso de varios canales sensoriales, la utilización de música, gráficos, sentido del humor, espacios de reflexión, adaptación de la información al grupo objetivo, búsqueda de novedad en la presentación de la información y en las diferentes formas de evaluación. En este caso, el programa no solo explica lo que es neuroaprendizaje, sino es un ejemplo de cómo se puede aplicar conceptos de neuroaprendizaje en un contexto de aprendizaje significativo.

En función de la decisión de la Directora Académica de la sección primaria del colegio donde se llevó a cabo la evaluación del producto de utilizarlo como medio de capacitación para todos los docentes, se puede concluir que el producto es valorado como herramienta de entrenamiento por el grupo de profesores. La aprobación por parte de la Directora Académica fue reforzada por los comentarios recibidos en la evaluación cualitativa de los maestros.

El programa desarrollado es una herramienta de aprendizaje para maestros diseñado con el objetivo de transmitir información y conocimientos sobre el aprendizaje basado en el cerebro, de una manera lúdica e interactiva. La mayor fortaleza de esta herramienta es la síntesis y la adaptación de contenidos complejos a un formato multimedia de fácil comprensión y utilización.

El aprendizaje basado en el cerebro no constituye una respuesta o varita mágica a todos los problemas de la educación, sin embargo nos acerca al entendimiento del cerebro y permite a los maestros enfocar la educación de una manera más propositiva e informada.

8. RECOMENDACIONES

Si bien el proyecto de entrenamiento docente a través de un producto multimedia resultó favorable para la enseñanza de conceptos sobre el cerebro y el aprendizaje, todavía hay espacio para seguir mejorando. Hay cinco recomendaciones específicas para futuros proyectos similares. Cada una puede ayudar a refinar todavía más el programa, y debe ser considerado con seriedad.

Primero, se recomienda el desarrollo multimedia de otros temas relacionados al cerebro y el aprendizaje que complementen la formación de los profesores en este tópico. Segundo, el uso del CD-ROM como medio de entrenamiento para los docentes es aconsejable y tiene algunas ventajas prácticas entre las cuales podemos señalar: la capacidad de almacenamiento de información; la utilización de imágenes y la capacidad de selección del usuario de tópicos de su interés y el aprendizaje de temas complejos a través de diferentes canales de comunicación.

Tercero, el tiempo de los profesores es limitado y la capacitación presencial es costosa, por lo que se recomienda el uso de capacitación multimedia como alternativa viable para el aprendizaje y transmisión de nuevos conocimientos para los docentes. Cuarto, el programa de entrenamiento multimedia puede ser utilizado como complemento de la capacitación presencial, fortaleciendo de este modo su potencial como instrumento de enseñanza. Quinto, está recomendado que conocimientos nuevos sobre el cerebro sean incorporados cuando se presenten. Esto implica cambios continuos acorde a la investigación que se realice en este campo, por lo menos una vez al año.

REFERENCIAS

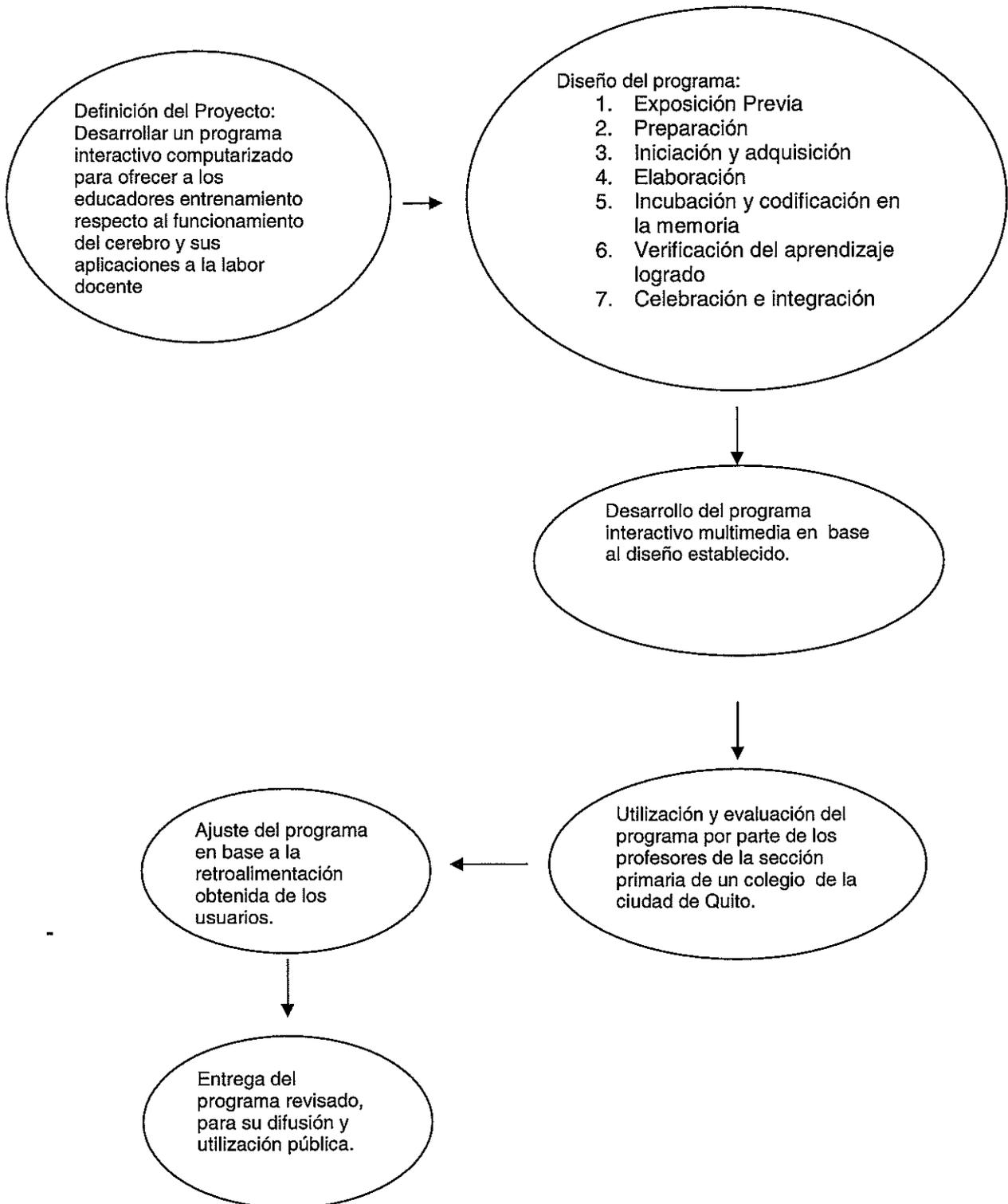
- Bargalló, E., et al. 2000, *Enciclopedia Interactiva de los Conocimientos*. (2000). Barcelona: Océano Grupo Editorial.
- Barzakov, I. (1987). *Mozart & baroque music to empower learning and performance*. : Barzak Educational Institute International.
- Black, J. E. (1989). *Effects of complex experience on somatic growth and organ development in rats*. *Development Psychology* 22.7,727-52.
- Brites, G. & Almoño L.(2004). *Inteligencias múltiples*. Buenos Aires: Editorial Bonum.
- Bruer, J.T. (2002). *Avoiding the pediatrician's error: How neuroscientists can help educators (and themselves)*. *Nature Neuroscience, Supplement*, 1031-1033.
- Campbell, D.(1998). *El efecto Mozart*. Barcelona: Ediciones Urano, S.A.
- Cardenas, F. y Lamprea, M. (2002, 28 de noviembre). *El cerebro: aquella inestable matriz*. Recuperado el 10 de mayo de 2008, de <http://psicologiacientifica.com>.
- Contrato social por la educación en el Ecuador. (2006). *Sondeo de opinión aplicado a estudiantes secundarios*. Recuperado el 26 de abril de 2008, de <http://www.contratosocialporlaeducación.com>
- Damassio, A. (1994). *Descartes error*. Nueva York: Oxford University Press.
- Damassio, A. (2003). *Looking for Spinoza: Joy, sorrow, and the feeling brain*. New York: A Harvest Book, Harcourt. Inc.
- Dunn, R., et al.(1985). *Light up their lives:a review of research on the effects of lighting on children's achievement and behavior*. *The reading teacher* 38(9), 863-69.
- Gardner, H. (1998). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Goleman, D. (2000). *La inteligencia emocional*. Buenos Aires: Ediciones B Argentina S.A.
- Gottman, J. (1997). *The herat of parenting: how to raise an emotionally intelligent child*. Londres: Bloomsburry Publishing Plc.

- Greenough, W. and Anderson B. (1992). *Cerebellar synaptic plasticity: relation to learning versus neural activity*. Annals of the New York Academy of Science 627,231-47.
- Gunn, A.M., Richburg, R.W.,& Smilkstein, R. (2006). *Igniting student potential: Teaching with the brain's natural learning process*. Thousand, Oaks, CA: Corwing Press.
- Healey, J.(1990). *Endangered minds: why our children can't think*. New York, NY: Simon and Schuster.
- Jensen, E. (1998). *Teaching with the brain in mind*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Jensen, E. (1998). *Brain – based learning: the new science of teaching and training, revised Edition*. San Diego, CA: The Brain Store Inc.
- Jensen, E. (2003). *Tools for engagement: managing emotional states for learner success*. San Diego, CA: The Brain Store Inc.
- Jensen, E. (2003). *Environments for learning*. San Diego, CA: The Brain Store Inc.
- Jensen, E. (2004). *Brain compatible strategies*. San Diego, CA: The Brain Store Inc.
- Kandel, E.R.(2007). *In search of memory: the emergence of a new science or mind*. New Yoir: W. W. Norton and Company.
- Langer, E J. (1997). *The power of mindful learning*. Cambridge, MA: Perseus Books Group.
- Lozanov, G. (1979). *Suggestology & outlines of suggestopedia*, New York, NY: Gordon& Bredage.
- Preal, Fundación Ecuador, Contrato social por la educación en Ecuador y Grupo Faro. (2006). *Informe de progreso educativo Ecuador*. Recuperado el 26 de abril de 2008, de <http://www.visorlatinoamericano.com>
- Rampura Asisch, (2000). *Weightlifting for the mind: enriched environments and cortical plasticity*. Recuperado el 25 de marzo de 2005 de <http://www.brainconnection.com>
- Ratey, J. (2003). *El cerebro: manual de instrucciones*. Barcelona: Random House Mondadori, S.L.
- Restak, R. (2005). *Nuestro nuevo cerebro*. Barcelona: Ediciones Urano, S.A.
- Sousa, D. (2000). *Como aprende el cerebro*. California: Corwin Press, Inc.

- Sandino, C. (2004). *Inteligencia emocional para Padres*. Santiago: Editorial Planeta Chilena S.A.
- Shaffer, D. (2000). *Psicología del desarrollo, infancia y adolescencia*. México: Internacional Thomson Editores, S.A. de C.V.
- Stickgold, R. (2005). *Sleep-dependent memory consolidation*. *Nature*, 437(7063), 1272-1279.
- Tomlinson, C.A. & McTighe, J. (2006). *Integrating differentiated instruction & understanding by design: Connecting content and kids*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Torralba, T., Manes, F. (2004). *Funciones ejecutivas y trastornos del lóbulo frontal*. Recuperado el 9 de mayo de 2008, de www.neurologiacognitiva.org
- Urbiola, M. & Ituarte, M. (2000). *Cerebro, inteligencia y aprendizaje*. México: Urbiola Ituarte y Asociados, S.A. de C.V.
- Willis, J. (2007). *Brain-friendly strategies for the inclusion classroom*. Alexandria, VA: Association For Supervision & Curriculum Development.
- Wolfe, P. (2001). *Brain matters: translating research into classroom practice*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Zemelman, S., Daniela, H., & Hyde, A. (1998). *Best practice: New standards for teaching and learning in America's schools*. New Hampshire: Heinemann

Anexo A

Diagrama del Proyecto



Anexo B

Diagnóstico sobre el cerebro y el aprendizaje, elaborado por la autora

¿Qué es lo que usted sabe sobre el cerebro y el aprendizaje?

A continuación señale verdadero o falso

1.	La memoria se encuentra localizada en una sola estructura cerebral.	V	F
2.	La estructura cerebral no cambia después de la adolescencia.	V	F
3.	El cerebro humano primordialmente funciona para sobrevivir y aprender.	V	F
4..	Las emociones influyen en el proceso racional.	V	F
5.	El cerebro no está diseñado para la instrucción formal.	V	F
6.	El cerebro funciona como una computadora analizando y almacenando información.	V	F
7.	El número de formas posibles de conectar las neuronas es mayor que el de átomos en el Universo.	V	F
8.	Cada cerebro es único.	V	F
9.	El cuerpo está diseñado para ser un receptor sensorial de información.	V	F
10.	Lo más importante del aprendizaje no puede ser medido.	V	F

Respuestas al cuestionario de diagnóstico

1. La memoria se encuentra localizada en una sola estructura cerebral. Falso

La memoria no es un constructo que pueda localizarse en un lugar específico del cerebro, sino que como lo señala Luria, (1988) existe una contribución de diferentes zonas cerebrales que aportan a la organización de los procesos mnésicos humanos.

2. La estructura cerebral no cambia después de la adolescencia. Falso

Se ha probado que el desarrollo es un proceso continuo, donde los axones, las dendritas y sus conexiones pueden modificarse hasta cierto punto, fortalecerse y es probable que puedan también volver a regenerarse. De acuerdo a (Restak, 2003) el cerebro nunca pierde su capacidad para transformarse a sí

mismo a partir de la experiencia, y esta transformación puede producirse en un lapso de tiempo muy corto.

3. El cerebro humano primordialmente funciona para sobrevivir y aprender.

Verdadero.

Estos dos objetivos funcionales le brindan al ser humano ventajas competitivas para su desarrollo. “El cerebro humano no aprende lo que no necesita, solamente retiene y registra lo que realmente es útil para sobrevivir y adaptarse al medio en el que está inmerso.” (Frischnecht y Capelli, citados en Urbiola & Ituarte 2000, p.20).

4. Las emociones influyen en el proceso racional. Verdadero

El sistema límbico o centro emocional del cerebro tiene fuertes conexiones con los lóbulos frontales e influye en el proceso de toma de decisiones (Damassio, 2000).

5. El cerebro no está diseñado para la instrucción formal. Verdadero

De acuerdo a Jensen (1995:2000) el cerebro humano no está diseñado para la instrucción formal y responde a la selección y supervivencia. No aprende por una sola vía, es multimodal, no aprende lo que no necesita, solamente retiene y registra lo que le es útil para sobrevivir y adaptarse al medio en el que se desenvuelve.

6. El cerebro funciona como una computadora analizando y almacenando información. Falso

De acuerdo a Ratey (2003) el cerebro no se parece en nada a los ordenadores personales ya que no procesa la información y construye imágenes mediante la combinación de unos y ceros como lo hacen las computadoras, sino que está compuesto principalmente de mapas, de ordenaciones de neuronas. Es

un procesador analógico que trabaja con analogías y metáforas, relacionando conjuntos enteros de datos con otros en busca de semejanzas, diferencias o relaciones entre ellos.

7. El número de formas posibles de conectar las neuronas es mayor que el de átomos en el Universo. Verdadero

Las células nerviosas están compuestas por un axón y pueden llegar a tener hasta cien mil dendritas (Ratey, 2003). Los axones y las dendritas se entretrejen en todas direcciones interconectándose entre sí y formando una red con cien billones de conexiones que no paran de cambiar. Las conexiones guían nuestros movimientos y comportamientos, nuestros pensamientos y acciones modifican físicamente sus patrones (Ratey, 2003).

8. Cada cerebro es único. Verdadero

Debido a la plasticidad cerebral es decir a la capacidad de modificación de la estructura cerebral por medio de la experiencia, el cerebro humano se va conformando de manera única para cada individuo. Cada ser humano es poseedor de un cerebro único e inimitable (Sousa, 2000).

9. El cuerpo está diseñado para ser un receptor sensorial de información.

Verdadero

De acuerdo a Urbiola & Ituarte (2000) los sentidos son agudos receptores de información y permiten la concepción de sí mismo y del mundo que nos rodea. Los sentidos proveen además información sobre el ambiente para producir pensamientos, emociones y aprendizaje.

10. Lo más importante del aprendizaje no puede ser medido. Verdadero

De acuerdo a Urbiola & Ituarte (2000) los modelos mentales acerca de cómo funcionan las cosas están conectados con los valores del educando, sus

creencias y la profundidad del significado, lo cual no puede ser medido sino que se expresará en la capacidad individual para generar conexiones y mapas de conocimiento.

Anexo C

Comparación entre los estados más comunes y los requeridos para un aprendizaje óptimo

<i>ESTADOS DE ÁNIMO COMUNES EN LOS ESTUDIANTES</i>	<i>ESTADOS DE ÁNIMO REQUERIDOS PARA UN APRENDIZAJE ÓPTIMO</i>
Miedo	Anticipación
Ansiedad	Expectativa
Aburrimiento	Emoción
Apatía	Curiosidad
Frustración	Celebración
Confusión	Entendimiento

Jensen (2000, traducción por la autora, p. 133)

Anexo D

Ejemplo de Lineamientos Entregados por la Autora para el Diseño Multimedia

B. Preparación

¿Qué es lo que usted sabe sobre el cerebro y el aprendizaje?

Tabla 1

Cuestionario de diagnóstico sobre los conocimientos que tienen los usuarios sobre el cerebro y el aprendizaje.

Por favor, responda verdadero o falso a las siguientes afirmaciones

1.	La memoria se encuentra localizada en una sola estructura cerebral.	V	F
2.	La estructura cerebral no cambia después de la adolescencia.	V	F
3.	El cerebro humano primordialmente funciona para sobrevivir y aprender.	V	F
4..	Las emociones influyen en el proceso racional.	V	F
5.	El cerebro no está diseñado para la instrucción formal.	V	F
6.	El cerebro funciona como una computadora analizando y almacenando información.	V	F
7.	El número de formas posibles de conectar las neuronas es mayor que el de átomos en el Universo.	V	F
8.	Cada cerebro es único.	V	F
9.	El cuerpo está diseñado para ser un receptor sensorial de información.	V	F
10.	Lo más importante del aprendizaje no puede ser medido.	V	F

Anexo E

Solicitud para el Director Académico

Quito 4 de junio de 2007

Señor:

Rector y/o Director Académico

Colegio XXXX

Ciudad.-

De mi consideración:

Como requisito para la obtención del título de Maestría en Educación de la Universidad San Francisco de Quito, he desarrollado un programa interactivo multimedia para la capacitación de profesores acerca del funcionamiento del cerebro y su aplicación al proceso de enseñanza-aprendizaje. Este programa requiere ser evaluado por un grupo de docentes, por lo que solicito me permita entregar el producto al personal docente de la sección primaria de su Institución para que sea analizado y evaluado en función de su diseño, contenido y aplicabilidad.

Este programa podrá ser utilizado por el colegio como instrumento de capacitación y cada uno de los profesores recibirá una copia para su uso como material de consulta para la planificación de clases.

Si existiera alguna duda o inquietudes al respecto por favor, comunicarse con María del Carmen Ordóñez al teléfono 2371-856 o al 098360027. La dirección electrónica para cualquier información adicional o fuentes de consulta sobre el programa es mari_ordonez@yahoo.com.

Atentamente,

María del Carmen Ordóñez

CI. 1707733745

Anexo F
Formato de Evaluación del Programa

Gracias por utilizar este programa de entrenamiento para docentes. Con el objetivo de conocer sus percepciones y ajustar el programa de acuerdo a sus necesidades, le agradeceré responder al siguiente cuestionario, colocando una X sobre el número que represente su grado de acuerdo o desacuerdo en relación a las afirmaciones sobre el formato, contenido y aplicabilidad del programa.

0 TOTALMENTE EN DESACUERDO

1 EN DESACUERDO

2 PARCIALMENTE EN DESACUERDO

3 PARCIALMENTE DE ACUERDO

4 DE ACUERDO

5 TOTALMENTE DE ACUERDO

	0	1	2	3	4	5
1.El programa es amigable y fácil de utilizar						
3. El diseño y diagramación del programa son adecuados.						
4. El tiempo requerido para completar el entrenamiento es adecuado.						
5. El contenido del programa es relevante para mi desarrollo profesional.						
6. El programa me permitió adquirir nuevos conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro y el aprendizaje.						
7. El programa presenta información científicamente respaldada.						
8. El programa presenta información que puede ser aplicada al aula de clases.						
9. El programa ofrece ideas prácticas para la planificación de clases.						
10. El programa permite al usuario autoevaluarse en función de los conocimientos que adquiere paulatinamente.						
11. El programa permite a los usuarios autoevaluarse en función de los conocimientos adquiridos.						
12. Recomendaría este programa de entrenamiento a otros colegas.						
13. Creo que el programa me ayudará a obtener mejores resultados con mis estudiantes.						

Mejoramiento de la formación, revalorización del rol y el ejercicio docente, a través del mejoramiento de la formación inicial y la capacitación permanente Me gustaría que el programa incluya

Algo que me gustaría cambiar respecto al programa es

Comentarios y sugerencias

Por favor anote las calificaciones que obtuvo en las evaluaciones incluidas en el programa:

Módulos	Calificaciones
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Anexo G

Tabla de Resultados

FACTOR EVALUADO	PUNTAJE/ 5
1. Formato y Diseño del Programa	4.70
2. Contenidos del programa.	4.95
3. Aplicabilidad de la información a la labor docente.	4.66
4. Promedio de calificaciones obtenidas por los usuarios del programa.	4,84
PROMEDIO GENERAL/5	4.78