

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN



“Efectividad de estrategias de enseñanza-aprendizaje según las consideraciones del neuroaprendizaje, en el aprendizaje de la matemática de estudiantes de sexto primaria”.

Trabajo de graduación como Modelo de Trabajo Profesional,  
presentado por Susana Mireily Hernández Pérez  
para optar al grado académico de Licenciada en Educación.

Guatemala  
2016



“Efectividad de estrategias de enseñanza-aprendizaje según las consideraciones del neuroaprendizaje, en el aprendizaje de la matemática de estudiantes de sexto primaria”.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN



“Efectividad de estrategias de enseñanza-aprendizaje según las consideraciones del neuroaprendizaje, en el aprendizaje de la matemática de estudiantes de sexto primaria”.

Trabajo de graduación como Modelo de Trabajo Profesional,  
presentado por Susana Mireily Hernández Pérez  
para optar al grado académico de Licenciada en Educación.

Guatemala  
2016

Vo. Bo. :

(f)   
MA. Silvia Rosal

Tribunal Examinador:

(f)   
MA. Silvia Rosal

(f)   
MA. Harriet De Doguerti

(f)   
Licda. María Alejandra Vela García

Fecha de aprobación: Guatemala, 05 de diciembre de 2016.!

## **PREFACIO**

El presente trabajo ha sido elaborado con el propósito de contribuir a la educación de Guatemala. A lo largo de mi trabajo profesional he tenido la oportunidad de trabajar en el área de matemática, por lo que se ha vuelto una pasión su estudio. Aunque siempre se ha contado con diferentes recursos para mejorar las estrategias de enseñanza-aprendizaje del área, casi no se cuentan con referencia relacionadas al neuroaprendizaje como soporte de la matemática, es por ello que fusioné esas dos grandes áreas para formar la guía de estrategias de enseñanza-aprendizaje enfocada en la matemática basada en el neuroaprendizaje.

Es importante para mí agradecer principalmente a Dios por la oportunidad que me ha dado de culminar esta etapa de mi vida profesional realizando un producto en beneficio de los estudiantes.

También agradecer a mis Padres, que siempre han estado pendientes de mi proceso de formación académica. A mi madre que ha sido mi motivador principal en la vida.

A mis hermanos y hermanas que me acompañaron, alentaron y ayudaron durante todo el proceso.

A mi pareja, quien ha estado presente en todos los momentos que lo he necesitado, ha sido quien inspira lo mejor de mí.

Además agradecer a las personas que contribuyeron profesionalmente a la elaboración del guía, a la institución que me permitió trabajar con ella, así como los especialistas en neuroaprendizaje y educación.

A Marisol Monroy quien elaboró gustosamente los dibujos presentados en el guía.

Por último, pero no menos importante, a mi asesora: MA. Silvia Rosal, quien asesoró este trabajo. Pero, sobre todo, por iluminar mi camino cuando me sentía perdida.

## TABLA DE CONTENIDOS

PREFACIO .....	v
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE ILUSTRACIONES .....	viii
LISTA DE GRÁFICAS .....	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	3
III. MARCO CONTEXTUAL .....	8
A. Descripción general de la institución de trabajo .....	8
IV. MARCO CONCEPTUAL.....	11
A. Neurociencia .....	11
B. Neuroeducación .....	13
C. Neuroaprendizaje .....	17
D. El cerebro emocional.....	23
E. Estilos de aprendizaje: Inteligencias múltiples (IM) y canales de representación sensorial .....	25
F. Área curricular de matemática.....	27
G. Estrategias para resolver desafíos: .....	31
H. Desarrollo de un guía .....	33
V. MARCO METODOLÓGICO.....	36
A. Enfoque y tipo de investigación: .....	36
B. Hipótesis nula y alternativa de investigación .....	36
C. Objetivos .....	37
D. Población, muestra y unidad de análisis .....	37
E. Recursos para recolección de datos .....	39
F. Alcances y limitaciones del modelo .....	41
VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	42
B. De investigación .....	42
C. Resultados de validación.....	51
VII. CONCLUSIONES .....	59
VIII. RECOMENDACIONES.....	61
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
X. ANEXOS.....	65
A. INSTRUMENTOS APLICADOS .....	65
B. PRODUCTO: GUÍA DE ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA BASADO EN EL NEUROAPRENDIZAJE .....	68

## LISTA DE CUADROS

Tabla 1: Recursos para recabar información.....	39
Tabla 2: Entrevista a líderes de la institución. ....	44
Tabla 3: Entrevista a especialistas. Bibliografía recomendada.....	49
Tabla 4: Resultado de la validación.....	53

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Base biológica de las funciones ejecutivas .....	20
Ilustración 2: Entrevista a líderes de la institución. Necesidades en el área de matemática.....	43
Ilustración 3: Entrevista a especialistas.....	46
Ilustración 4: Entrevista a especialistas. Fortalecimiento de la estimulación neuronal.....	47
Ilustración 5: Entrevista a especialistas. neuroaprendizaje y desarrollo de la clase de matemática.....	48

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Logro nacional de matemática. Sexto primaria. Prueba del Ministerio de Educación.....	3
Gráfica 2: Notas de estudiantes de sexto primaria.....	50
Gráfica 3: Validación del guía por parte de especialistas .....	52

## RESUMEN

La presente investigación busca validar las estrategias de enseñanza-aprendizaje desarrolladas en una guía que facilita el aprendizaje de la matemática según las concepciones del neuroaprendizaje. Inicialmente se indagó con especialistas en el área los conceptos básicos y necesarios que se podían incluir en dicho guía. Posteriormente se elaboró la guía para luego ser aplicada en el cuarto bimestre con los estudiantes de Sexto Primaria en el ciclo 2016. Las notas del cuarto bimestre se compararon con el promedio de las notas del primer a tercer bimestre. Se determinó una mejora en el rendimiento de los estudiantes después de la utilización de la guía. El resultado de la prueba  $t = 1.68$  con un  $\alpha$  de 0.05 rechaza la hipótesis nula que menciona que las notas de matemática después de la aplicación de la Guía de Estrategias de E-A de Matemática basada en el neuroaprendizaje en promedio NO son mayores a las notas previas a la aplicación de la Guía, por lo que probablemente la guía es efectiva. Para la validación de la guía se contó con la participación de especialistas tanto en neuroaprendizaje como en educación quienes evaluaron el contenido, diseño y calidad de la misma; por lo que hubo una retroalimentación que mejoró detalles identificados en la guía.

# I. INTRODUCCIÓN

El presente informe respalda la elaboración de una guía de estrategias de enseñanza aprendizaje del área de matemática basada en el neuroaprendizaje. Para poder llegar a la construcción del guía se realizó una investigación previa con expertos en el área para poder identificar los elementos necesarios que sustentan la base teórica de la guía. Posteriormente, se llevó a cabo la validación de la misma por medio de un programa de aplicación piloto, en la institución para la cual fue elaborada. Para verificar la eficacia de la misma se estableció la hipótesis nula que menciona que las notas de matemática después de la aplicación de la Guía de Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje de Matemática basada en el neuroaprendizaje en promedio NO son mayores a las notas previas a la aplicación de la Guía.

La elaboración de la guía parte de la necesidad de mejorar las prácticas de enseñanza-aprendizaje de la matemática, así como desarrollar competencias lógicas-matemáticas que involucren un pensamiento enfocado en la resolución de problemas. Además, la directora encargada del plantel educativo planteó la urgencia de implementar el neuroaprendizaje en el desarrollo de las clases, esto con el afán de mejorar las condiciones para el aprendizaje de los estudiantes.

La institución con la que se trabajó, es un programa comunitario que se encuentra en un área urbano-marginal de la ciudad capital. Se contó con la participación de los 24 estudiantes de Sexto Primaria del año en curso, así como con la maestra de matemática, psicólogo y directora de la institución. Para la elaboración de la guía se hizo una revisión bibliográfica exhaustiva. Además, se contó con las aportaciones de psicopedagogas y psicólogas que cuentan con los conocimientos del neuroaprendizaje. Posteriormente, al grupo de psicólogas y psicopedagogas se integró la participación de especialistas en educación que

evaluaron la estructura, estilo y calidad de la guía. Todo el anterior proceso comenzó en el mes de marzo, para su culminación en el mes de octubre.

Dentro de las limitaciones encontradas en la investigación se puede mencionar la adquisición de contacto con especialistas en neuroaprendizaje, en este caso las psicopedagogas y psicólogas que colaboraron en el caso eran profesionales muy ocupadas y con agenda llena. Por lo anterior se consideró como herramienta útil la comunicación vía electrónica, sin embargo, la recopilación de la evaluación de la guía se postergó por un tiempo largo debido a las ocupaciones de los profesionales.

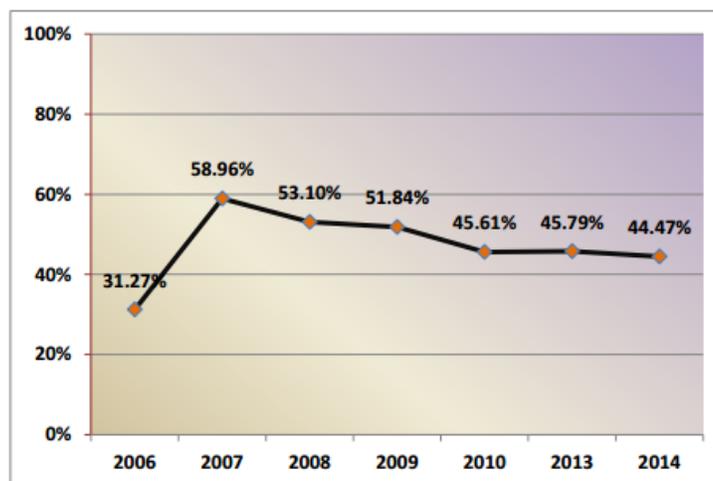
El objetivo particular del guía fue desarrollar habilidades matemáticas, la limitación en este caso consistió en la manera efectiva en que el docente implementara las actividades o estrategias sugeridas. Particularmente se tuvo una reunión con la profesora de matemática para instruirle en el uso de la guía. Si tomamos en cuenta las inteligencias múltiples, cada estudiante ha desarrollado un tipo de inteligencia en mayor grado, por lo que algunas actividades fueron más eficaces para unos y otras actividades para otros estudiantes.

La guía puede ser utilizado por todo aquel establecimiento que necesite mejorar en sus estudiantes de Sexto Primaria las competencias de resolución de problemas que implican el pensamiento lógico-matemático; sobre todo en establecimientos con características similares al utilizado en el piloto. Aunque la guía estará dirigida a estudiantes de Sexto grado de Primaria, se deja a criterio de los docentes de otros grados adaptar las sugerencias didácticas a estudiantes de grados menores.

## II. JUSTIFICACIÓN

La educación de Guatemala es un tema que ha generado críticas debido a que en los sondeos que se han realizado, tanto a nivel nacional como internacional, en las áreas de matemática y lenguaje, no han tenido buenos resultados. Si se toma en cuenta que el principal instrumento de medición en educación a nivel internacional son las pruebas estandarizadas, Guatemala participó en el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE) que busca evaluar la calidad en educación de los países latinoamericanos y del Caribe (Manzi, 2009). En el 2009 en el SERCE hubo una participación de 16 países donde Guatemala obtuvo un penúltimo lugar en los resultados de matemática de tercero primaria, y un antepenúltimo lugar en los resultados de Sexto Primaria. (Johnson, 2009). La realidad en el desempeño de los estudiantes en el área de matemática en Guatemala es de total preocupación, por ello la importancia de abordar investigaciones que busquen la raíz de esta situación y a cuenta de ello la toma de decisiones para la mejora de esta área.

**Gráfica 1: Logro nacional de matemática. Sexto primaria. Prueba del Ministerio de Educación.**



FUENTE: Bases de datos de la Evaluación Primaria 2014. Digeduca/Ministerio de Educación.

En la Gráfica 1, mostrada anteriormente, se logra observar que el logro en matemática había sido mejorado en los años 2007 y 2008, sin embargo desde el año 2007 hasta el año 2014 hubo un descenso de hasta un 14% en el logro nacional. En las pruebas se evalúan habilidades y destrezas básicas relacionadas con el pensamiento lógico, el razonamiento, obtención de información, toma de decisiones y resolución de problemas matemáticos relacionados con su contexto. (DIGEDUCA, 2015). Con el afán de contribuir en el desarrollo de las competencias matemáticas, en el presente trabajo se busca apoyar el trabajo del docente brindándole estrategias y actividades diseñadas desde las aportaciones de la neuroeducación.

Con el avance de la neurociencia, se ha evidenciado que el desarrollo del potencial humano está directamente relacionado con el complejo proceso del sistema nervioso central y del cerebro de manera conjunta con las influencias del medio ambiente. El conocimiento y entendimiento del cerebro, del cómo aprende, cómo procesa información, controla emociones o cómo reacciona frente a determinados estímulos son necesarios para la propuestas pedagógicas. Por lo que la implementación de innovaciones y transformaciones en el proceso enseñanza-aprendizaje deben partir del reconocimiento de las bases que muestra la neurociencia.

Es por ello que debido a las dificultades presentadas en las competencias matemáticas de los estudiantes de primaria, es necesaria la implementación de actividades o estrategias que ayuden a desarrollar estas competencias. En este caso el guía busca contribuir en el área matemática, todo esto desde las concepciones que la neuroeducación ha revelado de la estimulación del cerebro y específicamente a través de las neuronas y el sistema nervioso central. Las investigaciones, revelaciones y descubrimientos en neurociencias darán el soporte para la realización del guía que se propone.

La neurociencia a través de su estudio al sistema nervioso y al cerebro, han aportado una mayor comprensión acerca del proceso de aprendizaje (neuroeducación). Dentro de las aportaciones que la neurociencia ha dado a la educación, menciona que el desarrollo del potencial del cerebro dependerá de los factores o experiencias a las que los estudiantes están expuestos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además existen habilidades y capacidades que se aprenden, desarrollan y practican año con año; por lo que se van consolidando a través de todos los conocimientos posteriores.

Según la neuroeducación entre más conocimiento y comprensión se tenga del cerebro, se diseñarán prácticas de enseñanza-aprendizaje más efectivas. Es así que, la guía que se pretende diseñar partirá de las concepciones, bases y aportaciones que la neuroeducación y el neuroaprendizaje proponen. Es necesario este tipo de documentos para que los docentes puedan desarrollar habilidades en los estudiantes partiendo de la comprensión del cerebro: cómo es, cómo aprende, cómo procesa, registra, conserva y evoca una información. (Bravo, 2010)

La guía busca también mejorar las experiencias de aprendizaje en el aula a través de actividades que estimulen el cerebro de una manera directa. Esto por medio de la sinapsis, puesto que las actividades que se propondrán buscan un aprendizaje basado en la estimulación de las neuronas (comunicación entre ellas = sinapsis). (Campos, 2010)

Estudios científicos revelan que la emoción, la sorpresa y la experimentación son parte de los elementos para sumar conocimientos (Saez, 2014). En este sentido las actividades de la guía estarán destinadas a que los estudiantes se emocionen al realizar las actividades, debido a que serán experiencias distintas a memorizar o repetir, por el contrario serán actividades que impliquen la experimentación. Sobre todo porque los docentes y directora de la institución a la que se dirigirá la guía, refieren que los estudiantes del lugar necesitan mejorar

sus habilidades matemáticas, esto directamente relacionado con las actitudes hacia la materia. Es por ello que se hace necesaria la implementación de actividades que involucren emociones y experimentación en los estudiantes.

Según la neurociencia el ingrediente secreto para el aprendizaje es la emoción, ingrediente fundamental para los docentes y para los estudiantes (Bravo, 2010); ya que la información que captamos por medio de los sentidos pasa por el sistema límbico o cerebro emocional (encargada de los procesos cognitivos); en este sentido la sorpresa también es otro de los factores que activa la amígdala. Por otro lado, el cerebro es un órgano que gusta de los patrones, entender cosas que se repiten siempre de la misma forma, y así enfrentar el mundo que lo rodea; por ello en la guía se utilizarán actividades que desarrollen esta habilidad.

Con todo lo anterior, lo que se busca es beneficiar a los estudiantes por medio del desarrollo de competencias matemáticas necesarias para la vida. Esto gracias a que el neuroaprendizaje permite al docente desarrollar habilidades en los estudiantes para que estos puedan auto-gestionarse y superarse a sí mismos. También se beneficiará a los docentes quienes no tendrán que invertir mayor tiempo en la búsqueda de actividades para sus estudiantes, sino que tendrán un bagaje de actividades o estrategias aplicables preseleccionadas. Además la guía irá dirigida a los docentes porque son los encargados de preparar actividades de aprendizaje, sin embargo no todos tienen conocimiento del neuroaprendizaje.

Por último, la guía responderá a las necesidades que la directora del plantel educativo tiene con relación a la urgencia de implementar actividades que sean respaldadas por el neuroaprendizaje. La guía contará en cada actividad con una descripción de la habilidad que se busca desarrollar, así como el proceso neurológico que lo sustenta. Esto con el fin de que si algún docente no está involucrado con el tema de la neuroeducación, pueda procesar la información de

manera igualmente efectiva. La idea es brindarle al docente una herramienta que apoye su labor educativa, sin desgastar el tiempo, recursos y energía del mismo.

### III. MARCO CONTEXTUAL

#### A. Descripción general de la institución de trabajo

La institución seleccionada para realizar el trabajo de graduación está ubicada en un área urbano-marginal de la ciudad, específicamente en la zona 16. Es una institución que atiende a una población mixta, en jornada matutina. Atiende un aproximado de 250 estudiantes, entre ellos niños y niñas de escasos recursos; para ello cuentan con 15 docentes para que atiendan los diferentes grados y materias. Los períodos de clase tienen una duración de 45 minutos.

1. Contexto histórico de la institución. La Asociación surge en torno una comunidad religiosa destinada a apoyar labores educativas y de desarrollo en las áreas urbano marginales de la ciudad. Se constituyó como asociación no lucrativa el 30 de abril de 1999. Es una entidad privada, apolítica, religiosa, social y cultural. Su comienzo fue en una casa más pequeña en comparación a las instalaciones que poseen hoy en día.

2. Visión, Misión y filosofía. Su misión es ofrecer a las familias del lugar y que integran el programa la posibilidad de un futuro mejor a través de las áreas de formación que ofrece, por lo que su visión es brindar herramientas a la población atendida para que esta pueda actuar sobre su realidad y mejorar su calidad de vida. La meta está dirigida hacia el desarrollo de personas con capacidad en la toma decisiones, juicios críticos y conscientes de su autovaloración, de su potencial creativo y productivo para transformar la realidad familiar y social de su entorno. La educación que ofrecen las religiosas concibe la enseñanza como una opción liberadora dentro del pueblo pobre a fin de establecer condiciones para una vida digna. Para lo anterior busca: educar desde la opción por la vida, desde la realidad para transformarla y de esta forma reconocer a la persona como centro de la acción educativa.

3. Población que atiende la institución. En primaria se ofrecen los grados de primero a sexto. Se alberga aproximadamente a 250 niños distribuidos en grados de 20 a 30 estudiantes; los estudiantes son de escasos recursos que no cubren de manera adecuada sus necesidades de alimentación y salud. Sin embargo poseen características intelectuales, así como el carácter espontáneo y abierto, que permite un rendimiento muy superior a lo que se espera de niños que viven y se desarrollan en condiciones deficitarias. Para realizar la labor educativa cuenta con maestras fijas de pre-kinder a tercero primaria, con las cuales los niños reciben las materias básicas: matemática, lenguaje, medio social y natural, además de religión y valores. Mientras que en los grados de cuarto a sexto las clases son paralelas a cargo de tres maestros. Las áreas de música, inglés y computación también son facilitadas por maestros especializados. El área administrativa está integrada por dos secretarías, dos contadores y la directora.

4. Organización de los padres de familia. La filosofía de las religiosas que dirigen la institución es apoyar, no desde el aporte económico que estas puedan brindar, sino a través del mantenimiento del programa a través de las actividades que los mismos padres y madres puedan realizar. Las mujeres, madres de los alumnos/as, aportan a través de su turno semanal en cocina o en limpieza de las instalaciones. Mientras que los padres lo hacen a través del cuidado de la huerta o en actividades que aportan al mantenimiento de las instalaciones.

5. Instalaciones. Las instalaciones de la institución cuentan con un edificio de tres niveles y una terraza; en el primer nivel se ubican la cocina, el comedor y tres salones de clase, además del área de juegos para los niños y niñas de pre-primaria y una cancha sintética. En el segundo nivel se ubican siete salones de clase, el laboratorio de computación, una biblioteca, el área administrativa (oficina de directora y oficina de contadores), además de una sala donde está ubicada el área de psicología y un salón de ludoteca para pre-primaria. El tercer

nivel fue inaugurado hasta el año 2011, cuenta con un salón de baile, uno de música, otro de recreación y, una sala. Este nivel es utilizado usualmente solo por la tarde para las actividades que se ofrecen en ese horario. En cada nivel se ubican dos baños, uno para niños y uno para niñas.

## **IV. MARCO CONCEPTUAL**

El conocimiento que ha producido la indagación del cerebro y sus funciones ha dado la posibilidad de aplicar esta explosión de ideas a diferentes áreas de la actividad humana. Lo indiscutible con estos descubrimientos es la natural e inherente materia prima que es el cerebro humano, específicamente con su potencial para aprender, su capacidad creativa y su habilidad para percibir e interpretar relaciones entre situaciones. Las ideas anteriores han sido posibles gracias a los estudios que la neurociencia ha tenido, es por ello que en los últimos años ha surgido la neuroeducación y el neuroaprendizaje. Hoy por hoy la neuroeducación y neuroaprendizaje son quienes permiten este acercamiento al cerebro y su proceso en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Puesto que, aprender no es solo adquirir conocimientos, sino desarrollar habilidades útiles para la vida y el crecimiento profesional, el neuroaprendizaje aporta factores determinantes para que esto suceda.

Hoy en día el ignorar los descubrimientos biológicos sobre el desarrollo de nuestro sistema nervioso en la aplicación de los métodos pedagógicos y psicológicos que se aplican en la enseñanza, ya no es sólo una necesidad sino también una negligencia al pervertir el modelo natural de evolución y desarrollo de nuestro cerebro ante la experiencia.

### **A. Neurociencia**

La neurociencia ha realizado descubrimientos alrededor de las funciones sensoriales, motoras y cognitivas relacionadas con el aprendizaje. Por lo que se ha determinado que la misma información se procesa en paralelo en distintas regiones del cerebro, sin embargo si se lesiona una determinada estructura, como el hipocampo, por ejemplo, la persona afectada tendrá un nivel de dificultad fuerte para aprender. Para lo anterior las neuroimágenes han sido el punto de partida para profundizar en el conocimiento de las funciones cerebrales

superiores y complejas: el lenguaje, la memoria y la atención; éstas funciones son estimuladas, fortalecidas y evaluadas día tras día en los centros educativos (Campos, 2010).

1. Neurobiología. El aprendizaje es un proceso biológico, esto quiere decir que existen relaciones fundamentales e íntimas entre el proceso de aprender, la anatomía y fisiología del ser humano. En este caso la base neurofisiológica del aprendizaje es el Sistema Nervioso Central (SNC) formado casi en su totalidad por neuronas, unas 100,000 millones. Una neurona tiene la capacidad de recibir y mandar señales a sus vecinas mediante pulsos eléctricos, se compone principalmente de: cuerpo, dendritas y axón. Cada neurona a su vez, tiene prolongaciones delgadas o dendritas que salen de la neurona como las ramas de un árbol, estas se convierten en cables receptores de señales. Por otro lado, el axón o fibra nerviosa es el conducto de salida de la señal, en su final tiene unas pequeñas estructuras que comunican con otras neuronas, esas conexiones se conocen como sinapsis (Galeana, 2005).

2. Neurología. Según la RAE (2016) neurología «*se refiere al estudio del sistema nervioso y de sus enfermedades.*» Específicamente se encarga de la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de todas las enfermedades que involucran al sistema nervioso central, sistema nervioso periférico y el sistema nervioso autónomo. Además la neurología se ha integrado con otras disciplinas para investigar, crear o analizar mejores condiciones de vida. A partir de lo anterior, surge la neuropsicología que converge entre la neurología y la psicología, y se caracteriza por ser fundamentalmente clínica. La neuropsicología estudia los efectos que una lesión, daño o funcionamiento anómalo tiene en las estructuras del sistema nervioso central, los cuales repercuten en los procesos cognitivos, psicológicos, emocionales y del comportamiento individual.

## B. Neuroeducación

Para la neurobiología, según los hallazgos encontrados en sus investigaciones, es determinante para la educación investigar cómo se aprende y cómo deben facilitarse las estrategias para que las habilidades de los estudiantes sean desarrolladas. Es por ello que surgió la neuroeducación, con el fin de investigar de qué manera se pueden facilitar los aprendizajes para que estos perduren en la memoria a largo plazo, en otras palabras, para que el aprendizaje adquiera un nivel de significado y así se conserve para su utilización en la vida diaria. Además la neuroeducación está en el proceso de responder preguntas como: ¿cómo hacer para enseñar mejor? ¿Cómo hacer para aprender mejor? ¿Cómo actúan los mecanismos cerebrales que intervienen cuando incorporamos nueva información, la procesamos y memorizamos?

1. Aprendizaje y memoria. La Dra. Brenda Milner, citada por Braidot (2008:342), concluyó que determinadas regiones del cerebro son necesarias para ciertos tipos de memoria, consecuentemente, para determinados tipos de aprendizaje. Agregado a lo anterior, el aprendizaje modifica la intensidad de las conexiones sinápticas entre las neuronas, por lo que si hay variedad de formas de aprendizaje es debido a los distintos perfiles y combinaciones de estímulos, y a su vez estas distintas combinaciones originan tipos de almacenamiento diferentes entre sí. (Braidot, De la capacitación a la neurocapacitación, 2005)

Es claro que nuestros cinco sentidos son receptores especializados, por lo que aportan información del medio ambiente, así como suministros para que el cerebro procese el conjunto de señales a las cuales les otorga significado. Sin embargo el aprendizaje va más allá de la información que se recibe, es la producción que se da en nuestro entramado cerebral lo que conlleva a que los neurocircuitos se generen e influyan en situaciones similares en el futuro. Es así como a lo largo de nuestra vida aprendemos, aun si ningún tipo de esfuerzo consciente de retención; ya que la información que recibimos se guarda en la

memoria por medio de un proceso natural, posteriormente registra de forma consciente y metaconsciente los datos que alcanzan un significado determinado.

El científico Donald Hebb (1980), citado por Braidot (2005:7) menciona que:

- *«La huella de un recuerdo fruto del aprendizaje se produce y se mantiene por medio de modificaciones celulares que primero trazan y luego consolidan la estructura de las redes neuronales.»*
- *El aprendizaje se produce cuando trabajan en simultáneo dos neuronas conectadas entre sí.*
- *El funcionamiento en simultáneo es lo que permite la creación de redes neuronales y actúa como factor desencadenante en la formación de los recuerdos.»*

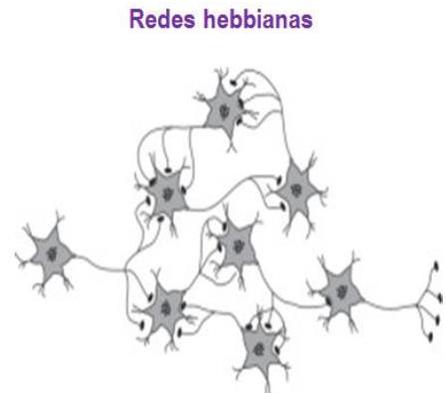


Ilustración tomada de: (Braidot, Funciones ejecutivas, potenciación de la atención, 2014)

Según la teoría de Hebb, la fuerza de una conexión entre neuronas (sinapsis) se incrementa si las células conectadas se activan repetidas veces y en forma simultánea. De este modo, se van formando las memorias resultantes del aprendizaje.

La potenciación a largo plazo (PLP), es un proceso que se describe como un fenómeno relacionado con la comunicación entre neuronas de la que dependen el aprendizaje y la memoria. Ellos observaron que entre más veces una célula experimenta el mismo estímulo, se vuelve más fuerte la señal eléctrica, lo cual permite que las células distinguan entre información nueva e información conocida. El PLP es determinante, ya que el aprendizaje depende de él, esto porque es el mecanismo que traslada la información desde la memoria de corto plazo a la memoria de largo plazo. El que un aprendizaje se mantenga, depende

de la profundidad con la que se procese la información durante el aprendizaje, además de las veces en que se utilice el contenido almacenado. (Braidot, De la capacitación a la neurocapacitación, 2005)

El aprendizaje y la memoria tienen un vínculo fuerte en la educación, dado que se necesita una vinculación entre la nueva información con la ya existente, por lo que el aprendizaje dependerá de la memoria y, a su vez, la memoria existe debido al aprendizaje. A nivel funcional se ha identificado que la memoria involucra la adquisición de información, en ella se encuentra lo que el ser humano necesita para comunicarse con los demás, realizar cálculos, andar en bicicleta. Por lo que el aprendizaje modifica constantemente la memoria a través de la inserción de la información en las redes neuronales.

Para desarrollar más dendritas y permitir conexiones más complejas y perdurables, la multiplicidad de estímulos y la práctica continua, debe ser consciente y focalizada. A su vez, la retroalimentación oportuna y eficaz, la identificación de aspectos claves, así como la apropiada utilización de la técnica de la pregunta, ayuda a evocar conocimientos previos, a construir el conocimiento o consolidar lo aprendido. Dentro de clase se deben impulsar: la elaboración de diagramas, resúmenes, mapas, etc., junto a otras actividades basadas en la Enseñanza Por Competencias, ya que estas son fundamentales para solidificar lo aprendido. (Gudiño, 2009)

2. Atención. La atención, al igual que la memoria, algunos autores la denominan como parte de las funciones colaboradoras mientras que otros las conceptualizan como funciones ejecutivas. La atención es uno de los más importantes “insumos” para que el cerebro pueda desempeñar sus funciones ejecutivas; dentro de las funciones que tiene la memoria, están: el ser una especie de llave hacia la memoria y de esta manera funcionar como filtro de los estímulos que se reciben del medio ambiente, considerando una selección de los relevantes y un establecimiento de prioridades. También es importante

establecer la diferencia entre prestar atención y concentrarse, la primera hace referencia a aplicar la mente a un objeto en particular (observar o escuchar algo en específico); mientras que concentrarse significa mantener la atención en forma prolongada en dicho objetivo, por ejemplo: leer determinado artículo y tomar nota o memorizar la información. (Braidot, Funciones ejecutivas, potenciación de la atención, 2014)

De manera práctica, la información que el docente seleccione debe estar organizada y contextualizada para evitar el rechazo por parte de los estudiantes. Además, el tono de voz, las inflexiones y matices, la gestualidad, el uso de imágenes, diagramas, mapas organizadores gráficos, colores, diferentes tamaño de letras son elementos que atraen la atención. También ayuda a captar la atención, el hacer referencia a situaciones conocidas, cotidianas o de interés. Durante todo el año lectivo se hace necesario estimular la participación individual y la interacción grupal, en un grato ambiente de orden, respeto a los demás y de confianza en sí mismo; es importante usar diferentes vías de participación para motivar, tanto a los introvertidos como a los naturalmente extrovertidos.

3. Percepción. La manera en que el cerebro de un organismo interpreta los estímulos sensoriales es llamada percepción, estos estímulos son percibidos a través de los sentidos. La percepción también puede interpretarse como los procesos mentales por medio de los cuales una persona selecciona, organiza e interpreta la información que recibe mediante estímulos, pensamientos y sentimientos (Wikipedia, 2016). Hay dos tipos de componentes de la percepción, ya que aunque todas las personas pueden percibir los mismos estímulos sensoriales, cada una percibirá cosas distintas; esto se da a causa de dos tipos de inputs: las sensaciones o el estímulo físico que proviene del medio externo (imágenes, sonidos, aromas, etc) y los inputs internos que provienen del individuo (necesidades, motivaciones y experiencia previa).

## C. Neuroaprendizaje

Es claro que no todo lo que aporta la neurociencia se aplica al campo educativo, por lo que el educador ha de ejercer un enorme criterio al establecer los aspectos que son relevantes para su práctica pedagógica (neuroaprendizaje). El punto de partida para vincular el cerebro y el aprendizaje, se necesita identificar ciertas características fundamentales del cerebro humano. Principalmente porque el aprendizaje involucra todo el cuerpo y el cerebro, en este caso el cerebro actúa como una estación receptora de estímulos y se encarga de seleccionar, priorizar, procesar información, registrar, evocar, emitir respuestas motoras, consolidar capacidades, entre otras miles de funciones.

1. El cerebro. Del cuerpo humano es el único órgano que tiene la capacidad de aprender y a la vez enseñarse a sí mismo. Agregado a ello su enorme capacidad plástica, esta le permite reorganizarse y reaprender de una forma espectacular y continua. Por otro lado, es importante reconocer lo particular e irreplicable que es el cerebro aunque su anatomía y funcionalidad sea la misma en todos los seres humanos. El cerebro está diseñado para aprender, es por ello que el aprendizaje es captado por distintas formas y por diferentes vías. (Campos, 2010)

A nivel fisiológico, el cerebro es el principal órgano del sistema nervioso, se encarga de dirigir todo lo que realiza nuestro cuerpo (lo que realiza consciente o inconscientemente). Por consiguiente, para conseguirlo el cerebro necesita de la información de los cambios que el sistema nervioso le proporciona, esto le permite crear patrones de actividad (inconscientemente) que le permitan regular automáticamente las funciones autonómicas (independientes o fuera de control).

Para poder optimizar la actividad cerebral se tendría que estudiar qué es lo mínimo necesario que, sobre un tema y edad específica, se puede ofrecer al estudiante a partir de lo cual la actividad cerebral de éste pueda descubrir lo que falta. Economizar las informaciones que se dan para ampliar la posibilidad de

establecer relaciones, generar ideas y expresar pensamientos. No se trata de “utilizar el cerebro”, sino de “optimizar la actividad cerebral” llevándola a la máxima posibilidad de desarrollo. Es más efectivo conducir los resultados obtenidos de los estudiantes a partir de ejemplos y contraejemplos, y no corregir con bien o mal los resultados obtenidos en cada implicación del pensamiento. Para ello, se necesitan brindar mecanismos fiables de autocorrección.

Por otra parte, el cerebro es capaz de realizar muchas operaciones simultáneamente. Un gran número de sus mecanismos han sido estudiados y se ha comprobado que cada uno se encarga de resolver ciertos problemas de procesamiento simultáneo. Esos mecanismos incluyen asociación, generalización y autoorganización. Cada uno de esos principios está dirigido a la realización simultánea de muchos procesadores neuronales separados, que trabajan para un fin común (Cruz, 2006).

a. El cerebro: Partes y funciones. Las áreas que gobiernan las funciones como: la memoria, el pensamiento, las emociones, la conciencia y la personalidad resultan bastante más difíciles de localizar. No obstante, se sabe que la parte más primitiva de nuestro cerebro, el cerebro de reptil, se encarga de las emociones innatas o instintos como el deseo sexual, la búsqueda de comida y las respuestas agresivas del tipo de lucha o huida.

b. Funciones ejecutivas del cerebro. Uno de los pilares fundamentales para el desempeño de una persona en todos los ámbitos de la vida (incluida vida social y afectiva), lo constituyen las funciones ejecutivas del cerebro. Además son determinantes en aspectos como la autonomía, el libre pensamiento, la motivación y las emociones. Para Muriel Deutsch Lezak, citado por Braidot (2014:1), *las funciones ejecutivas son las capacidades necesarias para llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y socialmente aceptada*. Mientras que para Saber y Damasio (2014:2), luego de analizar casos de pacientes con trauma en la zona frontal (de la que dependen estas funciones), consideran que:

*«Las funciones ejecutivas son un conjunto de destrezas relacionadas con la planeación, la formación de conceptos, el pensamiento abstracto, la toma de decisiones, la flexibilidad cognitiva, el uso de la realimentación, la organización temporal de eventos, la inteligencia general o fluida, el monitoreo de las acciones y, especialmente, el ajuste entre el conocimiento de las normas sociales y su cumplimiento contextual».*

Los autores coinciden en que las funciones ejecutivas controlan la construcción de relaciones sociales y afectivas, las cuales intervienen en todo lo que hacemos segundo a segundo. Además, estas funciones son esenciales para resolver problemas, por lo que se les consideran cognitivas por excelencia; a pesar de intervenir en la vida afectiva. Por otro lado, si se les altera debido a una enfermedad, una lesión o malos hábitos (dormir mal y poco, sobrepeso, consumir drogas o alcohol), la persona afectada tendrá dificultades en su vida cotidiana.

Según su anatomía las funciones dependen de los lóbulos frontales, estos ocupan un tercio de la corteza cerebral; además son fundamentales para planificar, regular, cambiar e inhibir acciones. En consecuencia, el trabajo de los lóbulos y de sus extensas conexiones con otras zonas (núcleo, amigdalino, diencefalo y cerebelo) se producen las imágenes que forman los pensamientos y permiten monitorear la información que guía la conducta.

## Ilustración 1: Base biológica de las funciones ejecutivas

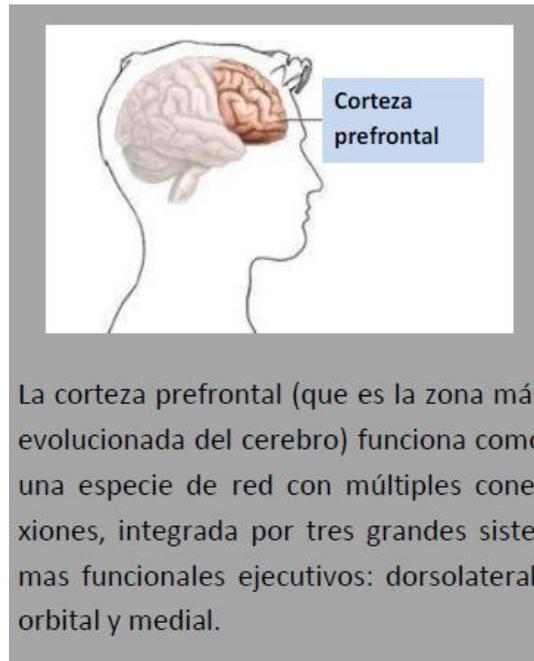


Ilustración tomada de: (Braidot, Funciones ejecutivas, potenciación de la atención, 2014)

c. Hemisferios del cerebro. El cerebro humano está compuesto principalmente, por agua y pesa aproximadamente 1,3-1,5 kg, equivale al 2% del peso total del cuerpo (Tecnología, 2007). Si se observa el cerebro desde arriba se puede apreciar que la corteza cerebral está formada por dos mitades, aparentemente simétricas, pero no idénticas, llamadas hemisferio derecho (HD) y hemisferio izquierdo (HI). Cada hemisferio cerebral se encarga de controlar uno de los lados del cuerpo; aunque curiosamente lo hacen de forma cruzada, es decir que el hemisferio derecho se encarga de controlar el lado izquierdo del cuerpo y el izquierdo el lado derecho del cuerpo. Existe un haz de vías nerviosas, llamado cuerpo caloso, el cual une a los dos hemisferios.

Cada uno de nuestros cerebros está especializado en un tipo de procesamiento de la información. El HI participa más en proceso que requieren un tratamiento de la información de manera secuencia y analítica, mientras que

el HD interviene más en actividades que requieren un acercamiento global. Lo anterior determina la especialización de cada uno de nuestros hemisferios según la dominancia que tenga para llevar a cabo las funciones concretas. Es así que el HI se especializa en las funciones del lenguaje, cálculo y lógica, mientras que el HD domina los aspectos como el dibujo o el procesamiento musical.

d. El encéfalo: Partes y funciones. El encéfalo contiene estructuras que realizan funciones muy importantes. A su vez el diencefalo origina el tálamo y el hipotálamo.

- El tálamo: consiste en dos masas esféricas de tejido gris, situadas dentro de la zona media del cerebro, entre los dos hemisferios cerebrales. Es un centro de integración de gran importancia que recibe las señales sensoriales y en el que las señales motoras de salida pasan hacia y desde la corteza cerebral. Las entradas sensoriales al cerebro, se asocian en grupos de células nerviosas del tálamo.
- El hipotálamo: está situado debajo del tálamo en la línea media en la base del cerebro. También está implicado en la elaboración de las emociones y en las sensaciones de dolor y placer; en la mujer controla el ciclo menstrual. Por otro lado, actúa como enlace entre el sistema nervioso central y el sistema endocrino. El hipotálamo es la pieza clave que regula mucha de nuestras hormonas, y recibe señales de áreas del cerebro encargadas de procesar la información, como la amígdala y de regiones que controlan respuestas nerviosas simpáticas. Además procesa la información que recibe, determina si es un estímulo con características estresantes o no y dependiendo de ello envía una respuesta.

2. Neuroplasticidad. Para Braidot neuroplasticidad (2005:2) es *la capacidad que tiene el cerebro para formar nuevas redes o modificar las existentes a cada instante como resultado de la interacción de un individuo con el entorno*. Por tanto cada vez que el cerebro procesa determinada información se crea una nueva red neuronal que permitirá prestar más atención a esa información en

específico, y así continuar informando a los estímulos que harán que se mantenga abierto el circuito creado. Por otro lado, si se convierte en un experto del tema, los circuitos generarán cambios físicos estables en la estructura del cerebro -este fenómeno hace que cada ser humano sea único y completamente diferente de los demás-.

Además se ha comprobado que la neuroplasticidad constituye la base del neuroaprendizaje, ya que este profundiza e indaga la enorme capacidad del cerebro para percibir, incorporar y agrupar gran cantidad de información en patrones neuronales y relacionarla. El neuroaprendizaje a su vez está estrechamente relacionado con la neuroplasticidad, por lo que el fenómeno donde el aprendizaje y la experiencia modifican continuamente el cerebro temporal o permanente es la neuroplasticidad. Es así que, todo lo adquirido por el sistema nervioso a través del aprendizaje predispone a las personas a pensar, sentir y actuar de una manera determinada.

En toda persona aparecen en el sistema nervioso dos tipos de sinapsis que difieren tanto morfológico como funcionalmente:

- Sinapsis eléctricas: se caracterizan porque las dos neuronas implicadas yuxtaponen sus membranas citoplasmáticas, llegando en algunos casos a fusionarse. Aparecen estructuras proteicas llamadas conexones que atraviesan la membrana y que forman unos canales por los cuales pueden pasar iones de pequeño tamaño, todo ello sucede en la zona de contacto entre ambas neuronas. Es así que, ambos citoplasmas quedan conectados eléctricamente, y la señal eléctrica puede propagarse en ambas direcciones.
- Sinapsis químicas: en este caso las membranas pre y postsináptica no llegan a tocarse, quedando entre ambas una hendidura sináptica. La principal característica de esta sinapsis es la utilización de la sustancia química llamada neurotransmisor. Por tanto, las estructuras asimétricas

tanto morfológica como funcionalmente, y la formación viaja sólo en un sentido, desde la neurona presináptica hacia la postsináptica. Este tipo de sinapsis es el más abundante en el cerebro, y en ellas se producen los fenómenos de plasticidad sináptica.

3. Neurotransmisores. Los neurotransmisores son moléculas diminutas que transmiten la información desde una neurona a otra, activan específicamente a receptores localizados en la membrana de la neurona postsináptica. Una vez liberado el neurotransmisor por la neurona presináptica, este se difunde en la hendidura sináptica (tiene un grosor de aprox. 20-30 nanómetros, comprende el espacio extracelular que separa las dos membranas plasmáticas que forman la sinapsis) hasta llegar a la membrana postsináptica, donde se une específicamente a los receptores sinápticos. En consecuencia, la unión entre el neurotransmisor y el receptor sináptico generará una respuesta en la neurona postsináptica (Tecnología, 2007).

4. Neuronas espejo. En Neurociencia, las neuronas espejo son un tipo particular de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción; es posible que las neuronas espejo constituyan un principio básico del funcionamiento cerebral (García E. G., 2008). Se ha evidenciado que estas neuronas desempeñan un importante rol dentro de las capacidades cognitivas ligadas a la vida social, tales como la empatía y la imitación. Además, las neuronas espejo se han relacionado con procesos como el lenguaje, el aprendizaje y el reconocimiento de las emociones. Es por ello que, algunos científicos han considerado que la neurona es uno de los más importantes descubrimientos de las neurociencias en la última década.

#### D. El cerebro emocional

El aprendizaje emocional es el más persistente y se fija de tal modo en la memoria que no necesita de la repetición consciente. Ningún dato que ingresa al

cerebro es neutro, está integrado por la percepción, el contexto emocional y la información que se encuentra almacenada en los sistemas de memoria. Las emociones están relacionadas con los procesos necesarios para la adquisición de conocimientos, por ende, los docentes necesitan darle la importancia a las emociones de los estudiantes. La emoción positiva genera químicos que facilitan la transmisión de impulsos; querer saber y sentirse bien aprendiendo son responsabilidades que la escuela debe facilitar en el alumno. Por otro lado, los pensamientos negativos generan químicos que bloquean la conexión entre los neurotransmisores.

1. El poder amigdalino. Al llegar la información al tálamo, dentro del cerebro, se clasifica en dos partes; una información se envía a la amígdala (archivo emocional) y la otra se envía al neocórtex (el cerebro pensante y racional). Por lo que si la amígdala percibe una experiencia parecida con una experiencia pasada que ha sido traumática (y no está sanada), disparará una de las siguientes tres respuestas: pelear, bloquearse o huir. (Gómez, 2014)

2. Emociones primarias y secundarias. Dentro de las emociones principales están: el miedo, la alegría, el asco, la ira, la sorpresa y la tristeza, sin embargo se ha ampliada o modificado por algunos científicos que han estudiado las emociones. El psicólogo William James en 1884 planteó una definición que sigue teniendo mucha popularidad en la actualidad, él considera que las emociones son el resultado de la percepción de cambios en nuestro cuerpo.

3. Emociones, reacciones emocionales y marcadores fisiológicos. Los avances recientes en neurociencia ponen de manifiesto la conexión entre la emoción, el funcionamiento social, y la toma de decisiones. Los avances se manifiestan directamente en educación, ya que los aspectos cognitivos están directamente relacionados y afectados de una manera positiva, además guardan una estrecha relación entre sí.

## E. Estilos de aprendizaje: Inteligencias múltiples (IM) y canales de representación sensorial

La teoría de las inteligencias múltiples surgió por Howard Gardner, quien reconoció que las personas son diferentes y tienen varias capacidades de pensar y aprender. Esta teoría defiende que cada estudiante es único, además es una teoría que se enfoca en la formación emocional y no sólo en lo cognitivo. Gardner afirma que toda persona cuenta con todas estas inteligencias, sin embargo el desarrollo de cada una varía según los estímulos o contexto de cada individuo (Shanon, 2013). Dentro de las inteligencias que propone Gardner, están:

- **Inteligencia lingüística:** es una de las inteligencias que no está relacionada con el mundo físico. Utiliza ambos hemisferios del cerebro, pero está ubicada principalmente en el córtex temporal del hemisferio izquierdo que se llama el Área de Broca. Esta inteligencia abarca leer, escribir, escuchar y hablar, además de ser de las más reconocidas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- **Inteligencia musical:** es la otra inteligencia que no está relacionada con el mundo físico. Biológicamente se ubica en el hemisferio derecho; en el lóbulo frontal derecho y el lóbulo temporal. Se describe como la capacidad de percibir las formas musicales, tanto en la composición, interpretación, transformación y valoración de todo tipo de música y sonidos.
- **Inteligencia lógica-matemática:** En las pruebas de inteligencia es una de las más reconocidas. Se sitúa en el hemisferio izquierdo porque incluye la habilidad de solucionar problemas lógicos, producir, leer, y comprender símbolos matemáticos, pero en realidad utiliza también el hemisferio derecho porque supone la habilidad de comprender conceptos numéricos en una manera más general.

- Inteligencia espacial: incluye la capacidad de formar e imaginar dibujos de dos y tres dimensiones, además del potencial de comprender, manipular y modificar las configuraciones del espacio amplio y limitado.
- La inteligencia corporal-kinestésica: integra la capacidad de usar el cuerpo para expresar ideas, aprender, resolver problemas, realizar actividades o construir productos.
- Inteligencia interpersonal: implica la capacidad de fijarse en las cosas importantes para otros, son personas que les gusta conversar, aprender en grupos o en parejas, y trabajar o hacer actividades con otras personas.
- Inteligencia intrapersonal: está definida por la capacidad de conocerse a uno mismo, explicar y discriminar los propios sentimientos como medio para dirigir las acciones y lograr varias metas en la vida.
- Inteligencia naturalista: se determina por la sensibilidad hacia las formas naturales y las características geológicas de la tierra: las plantas, los animales y las formaciones de las nubes. (Shanon, 2013)

Los estilos de aprendizaje podemos conceptualizarlos como los patrones de orden, comportamiento y actitudes hacia los cambios de las conductas y rendimientos, mediante los cuales se pueden lograr los procesos de enseñanza – aprendizaje. En otras palabras, significa “así somos”, “así pensamos”; ya que las personas tenemos diferentes maneras de pensar y aprender. Los estilos están relacionados con la cognición, la formación del concepto, el efecto y los sentimientos, así como con el comportamiento. A continuación están los sistemas de representación:

- Visual: en este caso los estudiantes aprenden mejor cuando leen o ven la información, ya que relacionan ideas y conceptos distintos. Además utilizan la abstracción y por ende, la capacidad de planificar.

- Auditivo: está relacionada con la capacidad de aprender mejor cuando recibe las explicaciones oralmente, cuando les hablan y explican, esto debido a que dominan la habilidad de recordar palabra por palabra.
- Kinestésico: es cuando el alumno aprende haciendo, cuando pasean y se balancean para estudiar, el que se mueve y levanta; esto porque se la facilita la asociación de la información con las sensaciones y movimientos. (Gámiz, 2011)

## F. Área curricular de matemática

El área de matemática en Guatemala está compuesta por conocimientos, modelos, métodos, algoritmos y símbolos necesarios para propiciar el desarrollo de la ciencia y la tecnología en las diferentes unidades del país. Fernández (2010), menciona que *“La Matemática es una actividad mental, su instrumento no es el cálculo sino el razonamiento y que el ejercicio de la Matemática consiste principalmente en el descubrimiento y aplicación de estructuras”*. Por lo anterior, la enseñanza de la matemática es una de las áreas requeridas por obligatoriedad en la educación primaria y secundaria en todo el país de Guatemala.

La enseñanza de la matemática desarrolla en los alumnos, habilidades, destrezas y hábitos mentales que se transcriben en: destrezas de cálculo, estimación, observación, representación, argumentación, investigación, comunicación, demostración y autoaprendizaje. Dentro de la enseñanza de la matemática hay que tomar en cuenta la escuela y su contexto, es por ello que la escuela debe promover la calidad en los logros intelectuales, morales y emocionales de sus estudiantes, por lo que se tiene que tomar en cuenta su entorno social, económico y familiar. Un sistema escolar eficaz es el que maximiza la capacidad de las escuelas para alcanzar esos resultados. (Sammons, 1998)

Según la teoría del localizacionismo cerebral, citada por Bravo (2010:1):

*«Dentro del lóbulo parietal, se registra mayor consumo de energía con la actividad matemática en la región denominada surco intraparietal y en la región inferior. Parece ser que la región inferior parietal controla el pensamiento matemático y la capacidad cognitiva visual-espacial. Actualmente, se cree que las tareas complejas del procesamiento matemático se deben a la interacción simultánea de varios lóbulos del cerebro. La simple resolución de un problema en el que intervenga una operación aritmética requiere de habilidades verbales, espaciales, conceptuales, aritméticas, razonamiento, ...»*

1. Lógica-matemática. Butterworth (1999) y Dehaene (1997), afirman que *los humanos nacemos con un módulo numérico que la escuela se encarga de obstaculizar*. Por lo que se aconseja desarrollar el razonamiento intuitivo en la matemática, además de fomentar el uso de material manipulativo y valorar el carácter lúdico de las actividades donde se interactúa con los procesos mentales de los estudiantes.

2. Resolución de problemas. El pensamiento se entiende como la búsqueda o elaboración de significados que se van dando en una persona, la cual le da sentido a través de la experiencia, lo cual requiere de procesos cognitivos internos. En otras palabras, pensar equivale a una actividad mental que promueve en el individuo la resolución de un problema real o supuesto, a través de varias etapas o pasos. El pensamiento es una situación que ocurre en el tiempo en múltiples etapas, cuyos errores pueden ser corregidos en cada una de ellas. La mayoría de los procesos cognitivos son procesos de categorización, por ende cada categoría corresponde a un conjunto de eventos que pueden ser tratados de la misma forma (Gudiño, 2009).

Además, tratar de plantear una plataforma teórica para explicar el complejo proceso de la Resolución de Problemas es un reto. Por lo que algunos investigadores lo que han propuesto es adoptar modelos teóricos de otra disciplinas, con la intención de encontrar un modelo que se adapte a tal propósito.

3. Habilidades de pensamiento. La matemática es una actividad del pensamiento, en este caso no se le puede encontrar en un objeto o en un conjunto de objetos. Sin embargo, es en el camino de la experimentación donde necesariamente se registran ideas, estas ideas, posteriormente, serán intelectualizadas como punto de partida para generar otras nuevas que aporten al conocimiento matemático una amplitud intelectual. Por tanto, la comprensión de los conceptos y las relaciones en las etapas iniciales del aprendizaje gozan de gran y fundamental importancia. (Bravo, Avances neurocientíficos: prácticas para el aprendizaje de la matemática, 2007)

Hoy en día los neurocientíficos coinciden en que la naturaleza del pensamiento sigue siendo un enigma. No obstante, en el último siglo han aflorado diferentes resultados de relevante interés. Por ejemplo, en su *Inside the Brain: Revolutionary Discoveries of How the Mind Works*, el premio Pulitzer R. Kotulak llegó a la siguiente conclusión: *El cerebro no es un órgano estático; es una masa de conexiones celulares en constante cambio muy influida por la experiencia*. En cualquier caso, la experiencia no es el único factor que incide en el cerebro; también influye en este órgano el pensamiento, pues los investigadores han comprobado que los individuos mentalmente activos tienen hasta un 40% más de conexiones (sinapsis) entre las neuronas que los mentalmente perezosos.

Por otra parte, el pensamiento se define como un proceso a través del cual se resuelven problemas, por lo que un pensamiento emerge ante una situación problemática con vistas a la solución de la misma. Sin embargo, no se puede reducir el pensamiento a un proceso de solución de problemas, sino que integra además del análisis y síntesis, una abstracción y generalización. Es por ello que muchos autores han conceptualizado diversos tipos de pensamiento, tales como: lógico, creativo, matemático, geométrico, etc. Desde el punto de vista lógico, el pensamiento lógico, el pensamiento opera con conceptos, juicios y razonamiento.

4. Proceso mentales para aprender matemática. Enseñar a pensar, de manera general, es una integración de proceso que mejoran habilidades como: el razonamiento, la toma de decisiones, la solución de problemas y la creatividad. La eficacia de enseñar a pensar radica en que el aprendizaje pueda ser generalizado o transferido a otros contextos. Una de las estrategias que más coadyuva es motivar a que el estudiante describa los procesos que está utilizando, los planes que está formulando, e identifique la información que tiene y la que le falta para lograrlo. De manera paralela se deben también desarrollar las habilidades metacognitivas que ayudarán a identificar mejor los aciertos, errores u omisiones en el modo de pensar, con el fin de planificar y mejorar el curso de acción de pensamiento.

Algunos escáneres del cerebro han demostrado que el lóbulo frontal se activa cuando se piensa en una palabra o se evoca algún recuerdo, lo cual tiene que ver con la identidad personal. Por otro lado, la corteza prefrontal desempeña un papel importante en la elaboración del pensamiento, la inteligencia, la motivación y la personalidad. Además relaciona las experiencias necesarias para la formación de las ideas abstractas, el juicio, la perseverancia, la planificación, el interés por los demás y la conciencia. (Cruz, 2006)

5. Integración del CNB con el neuroaprendizaje. De acuerdo con el Ministerio de Educación de Guatemala (MINEDUC) se concibe el Currículum Nacional Base (CNB) como el proyecto educativo del Estado guatemalteco para el desarrollo integral de la persona humana, de los pueblos guatemaltecos y de la nación plural. El CNB se convierte, entonces, en un elemento importante y fundamental en los procesos formativos del país. Cumpliendo la función de orientar el sistema guatemalteco en la construcción de los aprendizajes. (DIGECADE, 2008)

El currículum, con su nuevo enfoque, concibe el aprendizaje como proceso de elaboración, ya que el alumno selecciona, organiza y transforma la información

que recibe para establecer relaciones entre dicha información y sus conocimientos previos que le conducirán a generar cambios en el significado de la experiencia. Dentro de los componentes del currículum están: las *competencias*, indicadores de logro, contenidos, sugerencias metodológicas y de evaluación. Los docentes son los ejecutores de este proyecto –CNB-, sin embargo lo importante no es hasta “cuánto cuentan” o cuánto enuncian los niños, sino cuántas relaciones establecen y cómo dinamizan lo que han comprendido; y si reconocen la afectividad del saber en fusión con sus experiencias.

A partir del conocimiento generado con los avances neurocientíficos se pueden realizar consideraciones pedagógicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje con el fin de un mejor desarrollo de la actividad neuronal. En general, para poder enseñar se debe conocer cómo se aprende. Por consiguiente, es importante que al utilizar el Currículum Nacional Base (CNB) se puede aplicar según las consideraciones que el neuroaprendizaje tiene. El uso del material manipulativo es vital en el proceso de aprendizaje, debido a que las terminaciones nerviosas que tenemos en las yemas de los dedos estimulan nuestro cerebro. Cuando se entiende y comprende lo que se está aprendiendo se activan varias áreas cerebrales, mientras que cuando se memoriza sin sentido, la actividad neuronal es mucho más pobre. (Cruz, 2006)

## G. Estrategias para resolver desafíos:

1. Pensamiento convergente (reactivo). El pensamiento convergente se origina a través de operaciones lógicas identificables, es totalmente deductivo. Este pensamiento se encuentra en el lado izquierdo del cerebro, ya que se enfoca en la solución correcta de un problema, sin embargo solo propone una solución, o muy pocas. El pensamiento convergente es “cerrado”, es decir, restringe las posibilidades y por lo tanto la producción de una única respuesta como: “diga cuál es el número que sigue en la serie 5, 10, 15, 20.” En educación

las pruebas de selección múltiple están diseñadas para resolverse con el pensamiento convergente, el problema es que son las que abundan en las llamadas “pruebas de inteligencia”. (Morales, 2017)

2. Divergente. Es predominantemente inductivo, constituye un factor importante de la creatividad. En varias situaciones se necesita de estrategias donde la forma de pensar sea flexible y original, por lo que se manifiesta de una forma brillante y original en la manera de resolver los problemas. En el pensamiento divergente se manifiesta la fluidez de ideas libremente, esto se halla en la imaginación, ya que al imaginar se crean cosas nuevas; imaginar significa crear nuevas posibilidades.

3. Importancia del juego. Lo que puede lograr una gran diferencia en la motivación es el juego, ya sea por medio de relatos de cuentos o algo que necesite de un escenario de enseñanza (materiales, equipos o espacios). Los docentes pueden transformar ciertas barreras –conducta, estados de ánimos negativos, actitudes defensivas- al crear ambientes de aprendizaje positivos a través del juego. Un estudio que usaba topografía óptica próxima a infrarrojo para “imaginarse la mente jugando” mostró un aumento en el volumen de sangre cortical durante la realización de un juego en comparación a una actividad realizada de manera rutinaria. (OCDE, 2009)

Es por ello que, los juegos no sólo motivan sino que puedan ayudar a los estudiantes a desarrollar la imaginación y un enfoque activo que impacta en las destrezas, habilidades y estrategias.

4. Neuróbica o gimnasia cerebra. La neuróbica es conocida también como gimnasia cerebral y gimnasia mental, se trata de ejercicios, problemas y rompecabezas mentales que estimulan un mejor rendimiento cerebral; sin embargo es demasiado pronto para que alguna evidencia científica apoye esta idea. Se supone que la estimulación sensorial produce más sustancias químicas

del sistema neurobiológico del cuerpo que estimulan el crecimiento de nuevas dendritas y neuronas en el cerebro. (Wikipedia, Neuróbica, 2015)

El cuerpo también es determinante en el desarrollo intelectual de los niños, es por ello que los movimientos que realiza proporcionan información valiosa al cerebro. Dichos movimientos permiten mantener el uso de las conexiones, redes neuronales, y así, a través de los sentidos acumular información que serán base para el aprendizaje. Lo anterior es denominado gimnasia cerebral, la cual parte de la teoría de que todas actividades físicas ayudan a pensar y a aprender. Por otro lado la gimnasia cerebral prepara al cerebro para recibir lo que sea recibir, crea las condiciones para que el aprendizaje se realice integral y profundamente. La gimnasia cerebral no sólo optimiza el aprendizaje, sino que ayuda a expresar con claridad las ideas, así como memorizar, incrementar la creatividad, manejar el estrés, etc. (Ibarra, 1997)

El cerebro necesita del cuerpo así como el cuerpo necesita del cerebro. Ambos aprenden de forma integrada. El movimiento, la exploración por medio de los órganos sensoriales, la expresión corporal, las experiencias directas y concretas estimulan el desarrollo de los sistemas sensoriales, de los sistemas motores y de diferentes regiones en el cerebro. Los ejercicios y el movimiento permiten mayor oxigenación del cerebro, mejoran habilidades cognitivas, estimulan capacidades mentales, sociales y emocionales. El input sensorial construye todos los conocimientos que tenemos y están vinculados a la percepción, cognición, emoción, sentimientos, pensamientos y respuestas motoras.

## H. Desarrollo de una guía

Una guía es un libro o folleto en el que se exponen aspectos básicos o esenciales de una materia. Por lo que una guía permite comprender de mejor manera el funcionamiento de algo, o poder acceder de manera más ordenada y

adecuada al conocimiento de algún tema o materia. Por otro lado una guía contiene un conjunto de instrucciones prácticas que indican cómo se debe manejar o realizar determinada cosa. Generalmente todo lo que se adquiere necesita de una prescripción: las medicinas, los juguetes, los utensilios, etc.

## 1. Tipos

- Guías normativas: estas incluyen aspectos a detalle sobre cómo se debe proceder ante ciertas situaciones, así como también cuáles serán las estrategias dentro de la entidad.
- Guías técnicas: esta guía contienen explicación detallada y ordenada de las diferentes técnicas que pueden emplearse en la organización para que de esta forma puedan alcanzarse los objetivos preestablecidos.
- Guías de calidad: detallan cómo debe ser la calidad de gestión, esto implica desde la calidad de la política, hasta los procesos y objetivos que deberán alcanzarse.
- Guía de procedimiento: se emplea para describir y explicar el funcionamiento de una empresa u organización; pueden ser relacionados con el campo organizacional, como los guías de identidad corporativa, de convivencia o administrativos, entre otros. (MasTiposde.com, 2015)
- Guías escolares: libros de texto, libro escolar o folletos de texto para la enseñanza, construido específicamente para la enseñanza.

2. Formas de construcción de un guía. El diseño de un guía implica puntualizar cómo organizar y plasmar en él la información, previamente seleccionada y secuenciada. Usualmente se sigue el siguiente proceso:

- Definir el proyecto

- Elaborar la maqueta tipográfica
- Redactar la guía. Releer.
- Preparar el manuscrito definitivo.
- Realizar una lista provisional de ilustraciones.
- Preparar el manuscrito: calibrado y revisión.
- Buscar las ilustraciones
- Composición y primeras pruebas
- Búsqueda y preparación de la cubierta.
- Corrección de ilustraciones. Preparación posterior.
- Redacción de las leyendas de las ilustraciones
- Impresión
- Encuadernación

Las imágenes que se coloquen tienen que ser relacionadas a la instrucción que se describe. Además el lenguaje utilizado tiene que ser claro y adecuado para que el usuario pueda entender sin ninguna dificultad. (Espinosa, 2001)

3. Tipo de guía elegida. Para esta propuesta se seleccionó un producto construido específicamente para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática, por lo que es una guía escolar. En este caso es una guía didáctica, ya que se elabora con la finalidad de concretizar estrategias de un modelo de enseñanza específica dirigido a docentes para que faciliten el aprendizaje de la matemática. Es una guía que el docente utiliza para el desarrollo y aplicación del currículo establecido.

## V. MARCO METODOLÓGICO

### A. Enfoque y tipo de investigación:

Para efectos del trabajo se utilizó un enfoque de investigación mixto, ya que se aplicó una investigación cualitativa según la teoría fundamentada para el diseño del guía, esta se dio por medio de las proposiciones teóricas que surgieron con los datos obtenidos en la investigación con los especialistas en neuroaprendizaje. Además se buscó identificar la mejora que hubo en el rendimiento de los estudiantes de Sexto Primaria en el área de matemática, posterior a la aplicación de la guía, por lo que en este caso se siguió un diseño cuantitativo transeccional de tipo exploratorio.

### B. Hipótesis nula y alternativa de investigación

$H_0$ = Las notas de matemática después de la aplicación de la Guía de Estrategias de E-A de matemática basado en el neuroaprendizaje en promedio NO son mayores a las notas previas a la aplicación de la guía.

$H_0$ :  $NMA \geq NMD$

$H_1$ = Las notas de matemática después de la aplicación de la Guía de Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje de matemática basada en el neuroaprendizaje en promedio son mayores a las notas previas a la aplicación de la guía.

$H_0$ :  $NMA \leq NMD$

\*NMA = Notas matemática antes

\*NMD = Notas matemática después

## C. Objetivos

Objetivo general:

Indagar la relación entre la aplicación de la guía diseñada con estrategias de enseñanza-aprendizaje basada en el neuroaprendizaje y el rendimiento de matemática de los estudiantes de Sexto Primaria.

Objetivos específicos:

1. Diseñar una guía de estrategias de enseñanza-aprendizaje de matemática basada en el neuroaprendizaje.
2. Validar la guía de estrategias de enseñanza-aprendizaje de matemática basada en el neuroaprendizaje.
3. Realizar una comparación entre el promedio de notas de la primera a cuarta bimestre de los estudiantes de Sexto Primaria con las notas del cuarto bimestre.
4. Identificar una mejora en el rendimiento de las notas con base en la comparación de las notas.

## D. Población, muestra y unidad de análisis

Población: Estudiantes de Sexto Primaria comprendidos entre las edades de once a catorce años en instituciones ubicadas en el área urbano-marginal de la zona 16 de la ciudad de Guatemala.

Muestra: 24 estudiantes de sexto primaria de una institución que sigue un programa comunitario localizado en un área urbano-marginal de la Ciudad Capital.

Unidades de análisis:

- Estudiantes de sexto grado de primaria
- Docentes de matemática del nivel primario
- Especialistas en neuroaprendizaje

Para llevar a cabo la investigación se tomaron en cuenta los siguientes recursos y definiciones:

Currículum Nacional Base (CNB):

- Definición conceptual: Proyecto educativo del Estado guatemalteco para el desarrollo integral de la persona humana, de los pueblos guatemaltecos y de la nación plural. (DIGECADE, 2008)
- Definición operativa: Referente para la elaboración del guía de matemática para desarrollar las habilidades lógico-matemático.

Guías escolares:

- Definición teórica: son un tipo particular de obra escrita destinada a la enseñanza-aprendizaje. (Volder, 2007)
- Definición operativa: texto basada en el neuro-aprendizaje con base en el CNB que propondrá actividades para desarrollar el pensamiento lógico-matemático.

Neuroaprendizaje:

- Definición teórica: «disciplina que nació de la conjunción de varias ciencias como la Neurobiología, la Psicología y la Pedagogía entre otras. (Coto, 2016)
- Definición operativa: disciplina que genera estrategias de enseñanza-aprendizaje de la matemática, la cual se evidencia a través del logro alcanzado por los estudiantes, esto por medio de las notas del cuarto bimestre de la clase de matemática.

## E. Recursos para recolección de datos

Para recabar información se utilizaron diferentes recursos:

- La entrevista que servirá para recabar información con los docentes y expertos en el área.
- Observación directa de las la clase de matemática para evidenciar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula.
- Además se utilizarán las notas del cuarto bimestre de los estudiantes de Sexto Primaria para evidenciar el nivel de los estudiantes en el área de la matemática;

**Tabla 1:** Recursos para recabar información

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Criterios</b>	<b>Unidades de Análisis</b>
Identificar la estructura adecuada para la realización de una guía en educación.	Revisión bibliográfica (fichas bibliográficas)	Información actualizada y contextualizada .	Guías educativos
Determinar los aspectos del neuroaprendizaje que influyen en el pensamiento lógico-matemático.	Revisión bibliográfica (fichas bibliográficas)	Que desarrollen el pensamiento lógico-matemático.	Libros y documentos de neuroaprendizaje .
Identificar la conexión entre el cerebro y el aprendizaje de la matemática.	Entrevistas	Que brinden estrategias específicas de enseñanza-aprendizaje.	Profesionales en neuroaprendizaje

Continuación Tabla 1

Objetivos específicos	Instrumento	Criterios	Unidades de Análisis
<p>Plantear estrategias que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje según el neuroaprendizaje.</p> <p>Proponer actividades neuronales que desarrollen competencias matemáticas.</p>	<p>Revisión bibliográfica (fichas bibliográficas)</p>	<p>Orientadas a la mejora del rendimiento de los estudiantes.</p> <p>Que sean activas, prácticas y según los lineamientos establecidos por el neuroaprendizaje</p>	<p>CNB de matemática</p> <p>Libros de neuroaprendizaje</p>
<p>Analizar el proceso de desarrollo del pensamiento lógico-matemático en el establecimiento seleccionado.</p>	<p>Entrevista Diferencial Semántico Observación</p>	<p>Aspectos objetivos que permitan analizar el nivel en el área de matemática.</p>	<p>Docente Coordinadora de área</p>
<p>Identificar el aprendizaje de los estudiantes en la clase de matemática, al utilizar estrategias de aprendizaje desde el neuroaprendizaje.</p>	<p>Notas de la cuarta bimestre</p>	<p>Aspectos objetivos para identificar el avance en matemática.</p>	<p>Estudiantes de Sexto Primaria</p>

Fuente: Elaboración propia

## F. Alcances y limitaciones del modelo

**Alcances:** La investigación realizada con los especialistas en neuroaprendizaje y la revisión bibliográfica en torno al tema y la matemática permitió tener una base teórica sólida para la elaboración de la guía. Aunque la guía está dirigida a los estudiantes de Sexto Primaria, es posible su uso en el desarrollo de las clases de matemática de quinto y cuarto primaria debido a la similitud de temas.

**Limitaciones:** Dentro de las limitaciones de la investigación es que el contacto con especialistas en neuroeducación se realizó, por lo general, vía electrónica debido al tiempo con el que cuentan las personas profesionales en el área, por lo que la limitación se dio con la vía electrónica debido a la interacción limitada con los especialistas. Con relación al objetivo de la guía, de desarrollar habilidades matemáticas, estuvo determinado por la manera efectiva en que el docente implementó las actividades o estrategias sugeridas. Si se toman en cuenta las inteligencias múltiples, cada estudiante ha desarrollado un tipo de inteligencia en mayor grado, por lo que algunas actividades fueron más eficaces para unos y otras actividades para otros estudiantes. También la utilización de recursos tecnológicos fue una limitante, ya que el laboratorio de computación es utilizado, la mayor parte del tiempo, para el curso propio de computación; además se contaba solamente con una cañonera, por lo que se evitó incluir actividades modelo que involucrarán tecnología. Es por ello que el contenido no está a la vanguardia de la tecnología, sin embargo, en este caso no se podía integrar aspectos tecnológicos, debido a que la institución no cuenta con los recursos suficientes para poder implementar otro tipo de actividades que conlleven este tipo de recursos.

## **VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **A. RECOLECCIÓN DE DATOS**

Como parte de uno de los instrumentos utilizados tenemos las entrevistas a los especialistas en el área. Dentro de los especialistas que colaboraron en el caso están: tres psicopedagogas y una psicóloga clínica, las cuatro con especialidades en neuroeducación. En este caso se logró identificar las aportaciones e ideas del neuroaprendizaje que benefician el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre todo en el área de matemática. Además los especialistas proporcionaron bibliografía como parte de los recursos para la elaboración de la guía.

### **B. De investigación**

Se estableció la necesidad de contar con las ideas que tienen los profesionales en el área del neuroaprendizaje, ya que se parte de esta información para la creación del guía propuesto. Otro de los datos que proporciona información en el presente trabajo son las notas de matemática de los cuatro bimestres de los estudiantes de Sexto Primaria.

## Ilustración 2: Entrevista a líderes de la institución. Necesidades en el área de matemática.



Fuente: Elaboración propia con información de entrevistas a líderes educativos.

La imagen anterior es parte de la codificación de la información obtenida en las entrevistas realizadas a los líderes educativos. En este caso se entrevistó a la directora del plantel educativo, la maestra de matemática de sexto grado y el orientador. Se les realizaron cinco preguntas que tenían como objetivo identificar las necesidades en el área de matemática de la institución, también se aprovechó la entrevista para determinar la perspectiva que tienen con relación al neuroaprendizaje y su aplicación en el área.

**Tabla 2: Entrevista a líderes de la institución.**

Pregunta	Respuesta
<p>¿Qué ideas tiene respecto al neuroaprendizaje? ¿Cómo las aplica?</p>	<p><b>Directora:</b> Es una disciplina nueva, de la cual nos hace falta aprender. Además haciendo estimulación, se hacen cambios reales en el cerebro, lo que repercute en el aprendizaje. Hay maestro que lo aplican, sin saber que es el neuroaprendizaje.</p> <p><b>Maestra:</b> Tiene que ver con la conexión entre cerebro, cuerpo y aplicación en situaciones o aprendizajes. Se realizan actividades vivenciales donde el niño parta de los conocimientos previos, aumentando la dificultad de esta para que avance.</p> <p><b>Psicólogo:</b> Neuroaprendizaje se refiere a cómo funciona nuestro cerebro en los procesos de aprendizaje.</p>
<p>¿De qué forma el neuroaprendizaje se puede integrar en el desarrollo de la clase de matemática</p>	<p><b>Directora:</b> A través de lo que se hace en la clase de pienso –actividades como: sudoku, secuencias, rompecabezas, etc.- Que todos los maestros tengan actividades activas, proyectos, a través de experimentación, investigación, así como con actividades que le emocionen al estudiante y así queden en la piel del niño. La idea es que esto pueda volverse, poco a poco, una transversalidad (hacerlo parte del colegio). Lo importante es tener niños más felices, que logren un aprendizaje que perdure en el tiempo. A través de un guía que describa las actividades a realizar.</p>

Continuación Tabla 2

Pregunta	Respuesta
	<p><b>Maestra:</b> A través de actividades novedosas y creativas que despierten interés en el docente.</p> <p><b>Psicólogo:</b> Por medio de la creación de sistemas de enseñanza diferente a las tradicionales, por ejemplo más amigables o más familiares, ciertamente es difícil cambiar el sistema educativo existente pero a través de sistemas que los maestros implementen en sus salones de clase o sistemas para los recién nacidos o antes.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de campo.

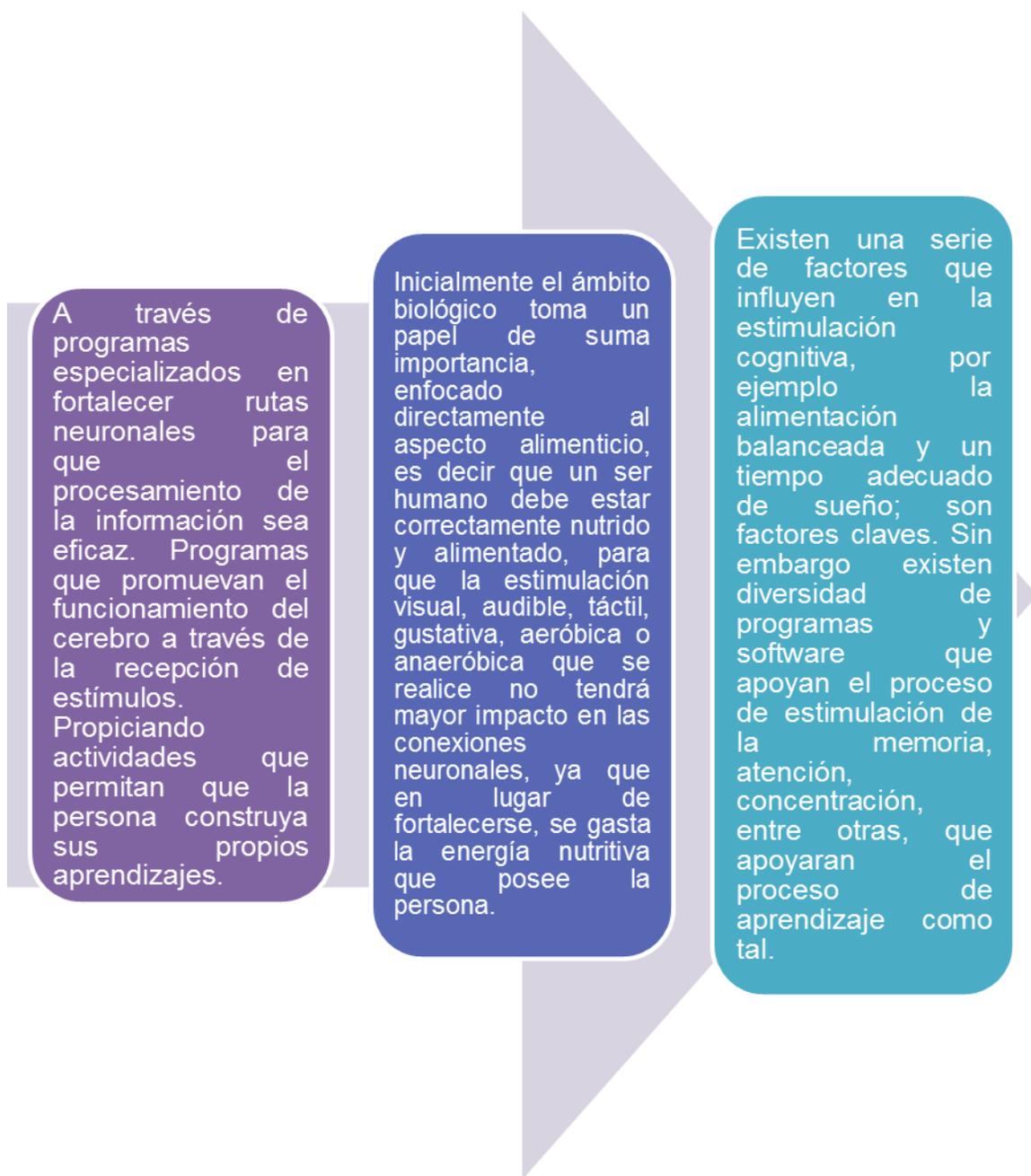
En la entrevista con las especialistas en neuroaprendizaje, se evidenció la importancia que tiene el neuroaprendizaje en el desarrollo del proceso-aprendizaje. También se lograron identificar determinados aspectos que fueron base para la creación del guía enfocado en el área de matemática. A continuación se muestran las imágenes elaboradas con las respuestas obtenidas.

### Ilustración 3: Entrevista a especialistas.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en entrevista con especialistas.

#### Ilustración 4: Entrevista a especialistas. Fortalecimiento de la estimulación neuronal.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en entrevista con especialistas.

**Ilustración 5: Entrevista a especialistas. neuroaprendizaje y desarrollo de la clase de matemática.**

# Neuroaprendizaje y matemática

<p>Creando y automatizando rutas neuronales que permiten que la interpretación, análisis y la repuesta a la información sea efectiva y de calidad.</p> <p>Dando a los estudiantes la oportunidad de construir aprendizajes significativos, de manera que ellos mismos sean los que realicen los anclajes de la información recibida.</p>	<p>La matemática es una asignatura de carácter lógico, por muy simples que sean los dilemas lógico-matemáticos que se apliquen el en el aula las Funciones Ejecutivas del Cerebro se activan para crear una respuesta coherente, lógica. En cuanto a la integración del neuroaprendizaje como tal, puede ser involucrado conforme a la edad y sistema de educación de los niños, jóvenes o adultos.</p>	<p>La Matemática es un área que involucra diversos procesos cognitivos como la atención, la memoria, pensamiento y lenguaje. Si a través de la estimulación cognitiva se estimulan dichas áreas las destrezas de pensamiento lógico matemático se darán con mayor facilidad y se podrán integrar dichas destrezas con facilidad. Puede partirse desde actividades anaeróbicas, como estímulos visuales, audibles, táctiles, colorear, resolver un rompecabezas, etc.</p>
--	---	--

Lo importante en la aplicabilidad de la neurociencia en el aula es tener claro el objetivo y trabajar en relación al mismo, adaptando las actividades que se requieran.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en entrevista con especialistas.

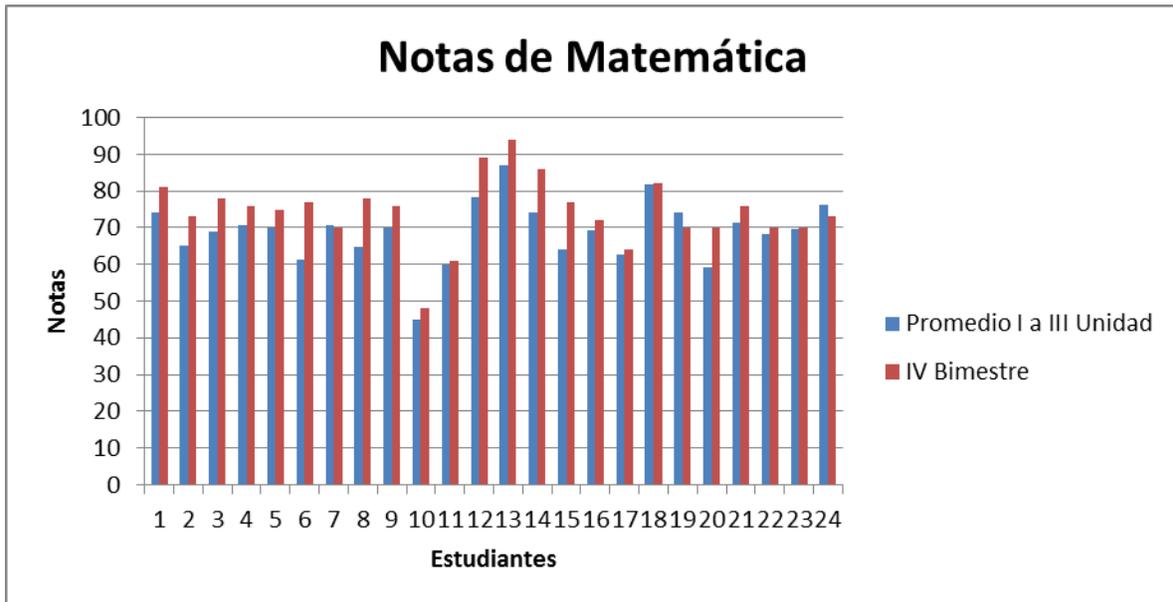
**Tabla 3: Entrevista a especialistas. Bibliografía recomendada**

Bibliografía recomendada
<ul style="list-style-type: none"><li>• NEUROEDUCACIÓN: UNIENDO LAS NEUROCIENCIAS Y LA EDUCACIÓN EN LA BÚSQUEDA DEL DESARROLLO HUMANO Anna Lucia Campos</li><li>• <a href="http://www.semanadelcerebro.org/-neurociencia.html">http://www.semanadelcerebro.org/-neurociencia.html</a></li><li>• Bibliografía relacionada con la rama de la Editorial McGrill.</li><li>• <a href="http://www.iaeu.edu.es">www.iaeu.edu.es</a></li><li>• Estudios de Posgrado de Salamanca.</li><li>• Bibliografía de Braidot</li></ul>

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en entrevista con especialistas.

En la Gráfica 2, se puede observar cómo la mayoría de los estudiantes mejoraron su rendimiento luego de la aplicación de la guía. Además la media de los estudiantes durante los primeros tres bimestres es de 69 puntos, mientras que en el cuarto bimestre la media es de 75 puntos. Incluso la mayoría de los estudiantes superó los 70 puntos, mientras que en los tres primeros bimestres no fue posible.

Gráfica 2: Notas de estudiantes de sexto primaria



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la docente del área.

Para la poner a prueba la hipótesis respecto a la mejora en el rendimiento de matemática posteriormente a la aplicación del guía, se utilizó la prueba t para muestras independientes suponiendo varianzas iguales, ya que para la prueba de varianzas se obtuvo una p de  $0.32 > 0.05$ . Procesado con el paquete estadístico de análisis de datos de Excel.

Prueba F para varianzas de dos muestras

	Variable 1	Variable 2
Media	74.4166667	69.0416667
Varianza	85.7318841	70.8822464
Observaciones	24	24
Grados de libertad	23	23
F	1.20949728	
P(F<=f) una cola	0.32605592	
Valor crítico para F (una cola)	2.01442484	

El valor p es 0.32, mayor a 0.05.

Fuente: Elaboración propia con ayuda de Excel 2010

El resultado de la prueba  $t = 1.68$ , que se muestra a continuación, para un contraste unilateral que indica que se debe rechazar la hipótesis nula, por lo que probablemente con un  $\alpha = 0.05$  la media de matemática después de haber aplicado la guía es mayor que la media antes de la aplicación de la misma; con ello se presume que probablemente la guía es efectiva.

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	74.4166667	69.0416667
Varianza	85.7318841	70.8822464
Observaciones	24	24
Varianza agrupada	78.3070652	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	46	
Estadístico t	2.10411086	
P(T<=t) una cola	0.02043204	
<b>Valor crítico de t (una cola)</b>	<b>1.67866041</b>	
P(T<=t) dos colas	0.04086408	
Valor crítico de t (dos colas)	2.0128956	

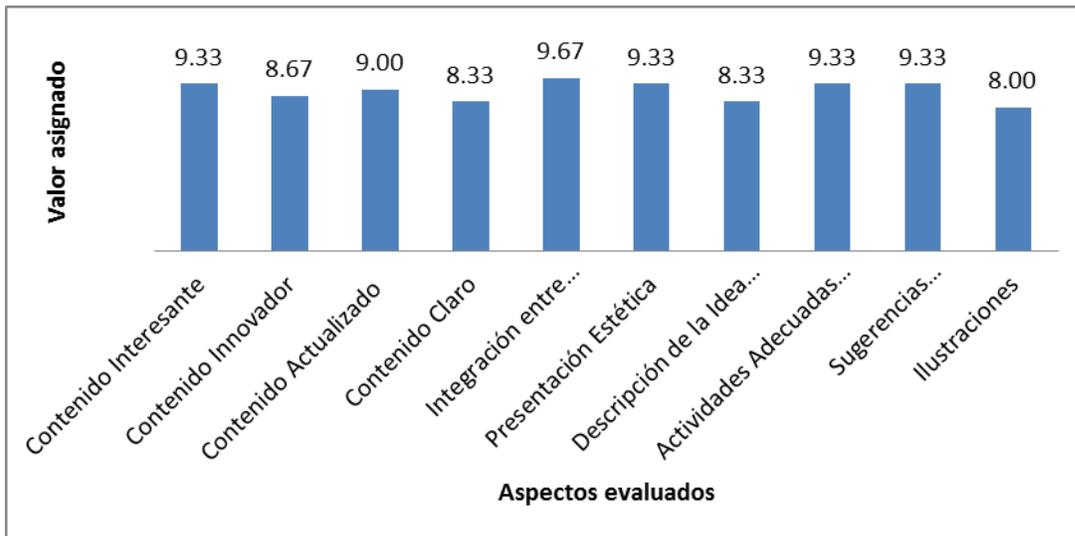
Fuente: elaboración propia con ayuda de Excel 2010

### C. Resultados de validación

Para la validación de la guía se contó con la participación de dos especialistas en neuroaprendizaje y un especialista en educación. Para este caso se utilizó el instrumento escala de diferencial semántico, donde se evaluaron diez aspectos valorados de uno a diez. Dentro de los aspectos evaluados está la calidad del guía, tanto en su diseño, contenido, como en su integración entre matemática y neuroaprendizaje. En la Gráfica No. 3 se puede evidenciar que los aspectos con menor valor están en un rango de 8, 8:33 y 8:67, uno de los aspectos evaluados con ese puntaje es el relacionado al contenido innovador, sin embargo, en este caso no se podía integrar aspectos tecnológicos, debido a que la institución no

cuenta con los recursos suficientes para poder implementar otro tipo de actividades que conlleven este tipo de recursos.

Gráfica 3: Validación del guía por parte de especialistas



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos por los especialistas.

**Tabla 4: Resultado de la validación**

Recomendación o sugerencia	Elemento identificado	Elemento corregido
<p>Revisar concordancia: (Ejemplo: realizar un conjunto por separada.)</p>	<p>IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 2:</p> <p>d. Orientarlos para que concluyan que <b>todas las figuras</b>, no importando su posición <b>sigue siendo la misma</b> (figuras congruentes).</p> <p>IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 7:</p> <p>b. Se les pide a los estudiantes que se agrupen en dúos para poder realizar un conjunto por <b>separada</b> de cada uno de sus gustos.</p>	<p>IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 2:</p> <p>d. Orientarlos para que concluyan que todas las figuras, sin importar su posición <b>siguen siendo las mismas</b> (figuras congruentes).</p> <p>IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 7:</p> <p>b. Se les pide a los estudiantes que se agrupen en dúos, primero realizan un conjunto por <b>separado</b> de cada uno de sus gustos.</p>
<p>Colocar fuente de donde obtuvo las ilustraciones.</p>	<p>Monroy, Marisol (2016), Ilustración. Guatemala.</p>	<p><b>REFERENCIAS DE ILUSTRACIONES</b></p> <p>Monroy, Marisol 2016, <b>Ilustraciones</b>. Guatemala.</p>

Continuación Tabla 4

Recomendación o sugerencia	Elemento identificado	Elemento corregido
<p>Revisar títulos en algunas referencias (están con mayúsculas y no en cursiva, como la mayoría.)</p>	<p>Campos, Ana Lucía 2010. <b>NEUROEDUCACIÓN : UNIENDO LAS NEUROCIENCIAS Y LA EDUCACIÓN EN LA BUSQUEDA DEL DESARROLLO HUMANO.</b> Organización de los Estados Americanos: La educación-Revista digital.</p>	<p>Campos, Ana Lucía 2010. <b>Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano.</b> Organización de los Estados Americanos: La educación-Revista digital.</p>
<p>Incluir numeración de las páginas.</p>	<p>Se identificó que el documento no llevaba numeración de página debido a que no tenía tabla de contenido.</p>	<p style="text-align: center;"><b>TABLA DE CONTENIDO</b></p> <p>JUSTIFICACIÓN DEL MANUAL ..... 1 EL NEUROAPRENDIZAJE COMO PUNTO DE PARTIDA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES MATEMÁTICAS ..... 3 GUÍA DE USO ..... 5 PREFACIO ..... 6 IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 1 ..... 7 IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 2 ..... 9 IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 3 ..... 11 IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 4 ..... 13 IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 5 ..... 15 IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 6 ..... 17 IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 7 ..... 19 IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 8 ..... 21 IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 9 ..... 23 IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 10 ..... 25 IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 11 ..... 27 IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 12 ..... 29 IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 13 ..... 31 IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 14 ..... 33 IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 15 ..... 35 REFERENCIAS ..... 37</p>
<p>Revisar mayúscula en Sexto Primaria.</p>	<p>Un guía es una fuente de consulta que provee de ideas que pueden ser implementadas con un grado en específico o en cualquier nivel, en este caso el guía está orientado al grado de <b>Sexto Primaria</b>.</p>	<p>Un guía es una fuente de consulta que provee de ideas que pueden ser implementadas con un grado en específico o en cualquier nivel, en este caso el guía está orientado al grado de <b>Sexto Primaria</b></p>

Continuación Tabla 4

Elemento identificado	Elemento identificado	Elemento identificado
<p>Revisar claridad en la redacción de algunas actividades.</p>	<p>IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 1:                      b. El docente, al comenzar la clase, presentará grupos de cinco imágenes en intervalos de cinco segundos.</p> <p>IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 2:                      c. En el patio deben realizar los movimientos que pueden tener las figuras: traslación, rotación y reflexión.</p>	<p>IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE1:                      b. Al comenzar la clase el docente presenta un grupo de cinco imágenes, las cuales son presentadas en intervalos de cinco segundos cada imagen.</p> <p>IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 2:                      c. n el patio deben dibujar secuencias de los movimientos que pueden tener las figuras: traslación, rotación y reflexión</p>

Continuación Tabla 4

Elemento identificado	Elemento identificado	Elemento identificado
	<p>IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 3:</p> <p>c. Medirán cada uno de los lados del objeto (los estudiantes ya identifican que es un lado del polígono). Luego se les pedirá que sumen el total de sus lados.</p> <p>d. Posteriormente se les pide que representen con un dibujo el objeto medido y así mismo el dato encontrado.</p>	<p>IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE 3:</p> <p>c. Luego deben medir cada uno de los lados del objeto (los estudiantes ya identifican que es un lado del polígono). Se les pide que sumen el total del tamaño sus lados.</p> <p>d. Posteriormente deben representar con un dibujo el objeto medido y así mismo escribir el dato encontrado.</p>

Continuación Tabla 4

Elemento identificado	Elemento identificado	Elemento identificado
	<p>IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 4:</p> <p>b. Construyan cuerpos geométricos con materiales de reciclaje.</p> <p>c. Realizar exposición con los cuerpos geométricos.</p>	<p>IDEAL DEL NEUROAPRENDIZAJE 4:</p> <p>b. Los estudiantes tienen que construir cuerpos geométricos con materiales de reciclaje.</p> <p>Luego se puede realizar una exposición con los cuerpos geométrico</p>
<p>Revisar la información de neurotransmisores ya que no es explícito “pensamientos negativos generan químicos que bloquean la conexión entre los neurotransmisores.</p>	<p>La emoción positiva genera químicos que facilitan la transmisión de impulsos; querer saber y sentirse bien sabiendo son tareas fundamentales que la escuela debe poner a disposición del alumno, por otro lado, pensamientos negativos generan químicos que bloquean la conexión entre los neurotransmisores. (Bravo J. A., 2010)</p>	<p>Para Fernández (2010:10) «<i>La emoción positiva genera químicos que facilitan la transmisión de impulsos; querer saber y sentirse bien sabiendo son tareas fundamentales que la escuela debe poner a disposición del alumno. Los pensamientos negativos generan químicos que bloquean la conexión entre los neurotransmisores.</i>»</p>

Continuación Tabla 4

Elemento identificado	Elemento identificado	Elemento identificado
Unificar estilo de imágenes.	En la guía se identificaron algunas imágenes digitalizadas, mientras que la mayoría eran dibujos diseñados para el guía.	Se unificó el diseño de imágenes, por lo que se dibujaron los dibujos pendientes.
Evitar el uso de primera persona plural (Ejemplo: nacemos, somos, añadimos.)	Se revisó nuevamente la guía en busca de algún caso de este tipo, pero no se identificó ninguno.	

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos por los especialistas.

## VII. CONCLUSIONES

Se indagó con expertos en neuroaprendizaje los aspectos e ideas necesarias en el tema de la enseñanza-aprendizaje de la matemática, además los líderes educativos aportaron las necesidades de la población estudiantil en cuanto al aprendizaje de la matemática. Con lo anterior se diseñó la guía de estrategias de enseñanza-aprendizaje de la matemática basada en el neuroaprendizaje.

La validación de la guía fue por parte de los expertos tanto en el área de neuroaprendizaje como en el área de educación. Dentro de la evaluación realizada se identificaron aspectos a mejorar, como lo son: la unificación de imágenes, estilo de las referencias, claridad en la redacción de algunas actividades y concordancia entre algunas palabras. En general, los expertos evaluaron la calidad de la guía con una media de más de 80 puntos.

Al comparar las medias del promedio de notas del primer a tercer bimestre en comparación con las notas del cuarto bimestre, los resultados de la prueba  $t = 1.68$  con un  $\alpha$  de 0.05 rechazan la hipótesis nula que menciona que las notas de matemática después de la aplicación del Guía de Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje de matemática basado en el neuroaprendizaje en promedio NO son mayores a las notas previas a la aplicación de la Guía, por lo que probablemente la guía es efectivo.

Con un  $\alpha = 0.05$  la media de matemática después de haber aplicado la guía es mayor que la media antes de la aplicación de la mismo por lo que hubo una mejora en el rendimiento de los estudiantes de sexto primaria luego de la aplicación de la guía. Lo anterior reflejado en la comparación de las notas después de aplicado la guía con las notas previas a la aplicación de la misma. Por lo que se identifica una mejora en las notas, y por ende, en el rendimiento de los estudiantes.

Aunque la guía está dirigida a los estudiantes de Sexto Primaria, la docente compartió que le fue de utilidad en el desarrollo de las clases de matemática de quinto y cuarto primaria; por lo que se logró implementar en otros grados, sin embargo no se tiene evidencia directa de ello.

## VIII. RECOMENDACIONES

### AL DIRECTOR

Es importante que al aplicar la guía de estrategias de enseñanza-aprendizaje enfocado a la matemática basada en el neuroaprendizaje se pueda supervisar el trabajo docente, esto con el fin de mantener una constante evaluación en la calidad de la misma.

Si se desea aplicar la guía a grados menores, se debe contar con un previo análisis de las ideas del neuroaprendizaje sugeridas y así partir de ellas para la utilización de actividades.

Después de aplicado la guía se sugiere realizar entrevistas a los estudiantes para identificar la percepción y motivación hacia la clase de matemática.

### A LOS EDUCADORES

En la aplicación de la guía es fundamental que como educador se tenga la motivación y la energía necesaria para que los estudiantes se sientan invitados a realizar las actividades con el mismo entusiasmo y deseo.

Es necesario que el docente planifique con anticipación las actividades a aplicar, esto debido a que en ocasiones necesitará material concreto para la efectividad de las estrategias.

Un tema importante a considerar es el cerebro emocional, por lo que el aprendizaje de los estudiantes será más duradero y significativo en la medida en que estos puedan conectar las experiencias con emociones positivas.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almonte, S. (2008). *Proyecto Apoyo para sostenibilidad del Programa Comunitario Futuro Vivo*. Guatemala: (Falta).

Alonso, D. Y. (2001). *Mecanismos cerebrales del pensamiento matemático*. 33, 568-576: *Revista de Neurología*.

Braidot, N. (2005). *De la capacitación a la neurocapacitación*. Braidot Centre.

Braidot, N. (2008). *Neuromanagement*. Biblioteca Braidot: Ediciones Granica.

Braidot, N. (2014). Obtenido de Funciones ejecutivas, potenciación de la atención.: [http://www.braidot.com/upload/papers/697\\_atenci%C3%B3n,\\_concentraci%C3%B3n\\_e\\_inteligencia\\_.pdf](http://www.braidot.com/upload/papers/697_atenci%C3%B3n,_concentraci%C3%B3n_e_inteligencia_.pdf)

Bravo, J. A. (2007). *Avances neurocientíficos: prácticas para el aprendizaje de la matemática*. Monterrey: Forum Universal de las Culturas.

Bravo, J. A. (2010). *Neurociencia y Enseñanza de la Matemática*. Brasil: Revista Iberoamericana de educación.

Bravo, J. A. (2010). *Resolución de problemas matemáticos*. España: Madrid.

Campos, A. L. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La educ@ción*, 3-14.

Cruz, M. (2006). *La enseñanza de la Matemática a través de la Resolución de Problemas*. La Habana: Tomo 1. Educación Cubana.

DIGECADE. (2008). *Curriculum Nacional Base Sexto Grado*. Guatemala: MINEDUC.

Espinosa, M. P. (2001). *El diseño y la producción de guías escolares*. España: Universidad de Murcia.

Galeana, G. C. (2005). *Los fundamentos biológicos del aprendizaje para el diseño y aplicación de objetos de aprendizaje*. México: Universidad de Colima.

Gámiz, D. N. (2011). *Detección de los estilos de aprendizaje: ¿un objetivo o una necesidad?* España: Facultad de Ciencias Sociales de Cuenca.

García, E. G. (2008). *Neuroaprendizaje y educación. De las neuronas espejo a la teoría de la mente*. Madrid: Universidad Complutense.

García, E. G. (2008). *NEUROPSICOLOGÍA Y EDUCACIÓN. De las neuronas espejo a la teoría de la mente*. Madrid: Universidad Complutense.

Gómez, C. P. (18 de febrero de 2014). *Secuestro amigdalino, qué es y cómo funciona*. Recuperado el 25 de Agosto de 2016, de <https://www.cesarpiqueras.com/secuestro-amigdalino-que-es-y-como-funciona/>

Gudiño, M. R. (2009). *De la enseñanza basada en procesos mentales al neuroaprendizaje: evidencias biológicas*. Venezuela: Universidad José Antonio Páez.

Ibarra, L. M. (1997). *Aprende mejor con gimnasia cerebral*. México: GARNIK EDICIONES.

J. Bruner, J. G. (2001). *El proceso mental en el aprendizaje (Reedición)*. España: Narcea, S.A. de Ediciones.

Johnson, J. (2009). *Los contenidos de matemática en tercero primaria durante las evaluaciones nacionales*. Guatemala: Dgeduca.

MasTiposde.com, R. e. (Octubre de 2015). *MasTiposde.com*. Recuperado el 29 de agosto de 2016, de <http://www.mastiposde.com/guíaes.html>

Morales, N. (2017). *Modulo Inteligencia y Creatividad*. UNAD.

OCDE. (2009). *La comprensión del cerebro: El nacimiento de una ciencia del aprendizaje*. Santiago: LOM Ediciones.

RAE. (2016). *Real Academia Española*. Recuperado el Septiembre de 2016, de <http://dle.rae.es/?id=QSHJkJS>

Sammons, J. J. (1998). *Características claves de las escuelas efectivas*. México: Secretaría de la Educación Pública.

Shanon, A. (2013). *La teoría de las inteligencias múltiples en la enseñanza de español*. España.

Tecnología, F. E. (2007). *Viaje al universo neuronal*. España: División de impresión.

Wikipedia. (16 de diciembre de 2015). *Neuróbica*. Recuperado el 25 de Agosto de 2016, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Neur%C3%B3bica>

Wikipedia. (15 de septiembre de 2016). *Wikipedia*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2016, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Percepci%C3%B3n>

## X. ANEXOS

### A. INSTRUMENTOS APLICADOS

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN  
TRABAJO DE GRADUACIÓN

Entrevista

Dirigido a: Especialistas en neuroaprendizaje  
El presente instrumento tiene la finalidad de identificar las aportaciones e ideas del neuroaprendizaje que benefician el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre todo en el área de matemática.

**INSTRUCCIONES:** Se le solicita que responda a cada una de las siguientes preguntas.

Nombre: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_

Estudios relacionados a la neurociencia, neuroeducación o neuroaprendizaje:

\_\_\_\_\_

1. ¿Qué ideas de la neurociencia pueden aplicarse a la educación?  
¿Cómo considera que se aplicarían?
2. ¿Cómo se puede fortalecer la estimulación neuronal?
3. ¿De qué manera el neuroaprendizaje impulsa el proceso de enseñanza-aprendizaje?
4. ¿De qué forma el neuroaprendizaje se puede integrar en el desarrollo de la clase de matemática?
5. ¿Qué libros, autores o sitios web recomienda para profundizar el tema del neuroaprendizaje?

Dirigido a: Docente de matemática, directora y psicólogo.

El presente instrumento tiene el objetivo de identificar las necesidades en el área de matemática de la institución en la que labora, para poder tomar decisiones en beneficio de la clase de matemática.

**INSTRUCCIONES:** Se le solicita que responda a cada una de las siguientes preguntas.

Nombre: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_

Estudios relacionados a la neurociencia, neuroeducación o neuroaprendizaje:

\_\_\_\_\_

1. ¿Cuáles son las necesidades en el área de matemática en la institución que labora?
2. ¿Qué ideas tiene respecto al neuroaprendizaje? ¿Cómo las aplica?
3. ¿Cómo estimulan el proceso de estimulación de las neuronas en la clase de matemática?
4. ¿De qué manera el neuroaprendizaje impulsa el proceso de enseñanza-aprendizaje?
5. ¿De qué forma el neuroaprendizaje se puede integrar en el desarrollo de la clase de matemática?



**Dirigido a:**

1. Docente que aplica el guía
2. Especialistas en neuroaprendizaje
3. Especialistas en educación

El presente instrumento tiene la finalidad de evaluar la calidad de la guía elaborada como parte del proceso del trabajo de graduación para optar al grado de licenciada en educación.

**INSTRUCCIONES:** Encontrará una escala numérica de uno a diez, encierre en un círculo el numeral que se adecue mejor a la opinión que tiene sobre cada aspecto.

Nombre de la persona que evalúa: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_.

**EL GUÍA RESPECTO A:**

• El contenido											
Poco interesante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muy interesante
Conservador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Innovador
Tradicional	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Actualizado
Confuso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Claro
• Integración entre neuroaprendizaje y matemática											
Insuficiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suficiente
• Presentación estética											
Debe mejorar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Excelente
• Descripción de la idea del neuroaprendizaje											
Debe mejorar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Excelente
• Actividades según el nivel y área											
Inadecuadas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Adecuadas
• Sugerencias metodológicas											
Insuficientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suficientes
• Ilustraciones											
Debe mejorar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Excelente

B. PRODUCTO: GUÍA DE ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-  
APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA BASADA EN EL  
NEUROAPRENDIZAJE

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN



## **Guía de estrategias de enseñanza-aprendizaje enfocada a la matemática basada en el neuro-aprendizaje.**

Modelo de Trabajo Profesional,  
presentado por Susana Mireily Hernández Pérez  
para optar al grado académico de Licenciada en Educación.

Guatemala  
2016

## TABLA DE CONTENIDO

Prefacio.....	1
Justificación del manual.....	2
El neuroaprendizaje como punto de partida para el desarrollo de habilidades matemáticas .....	3
Guía de uso .....	5
Idea del neuroaprendizaje 1 .....	6
Idea del neuroaprendizaje 2 .....	8
Idea del neuroaprendizaje 3 .....	10
Idea del neuroaprendizaje 4 .....	12
Idea del neuroaprendizaje 5 .....	14
Idea del neuroaprendizaje 6 .....	16
Idea del neuroaprendizaje 7 .....	18
Idea del neuroaprendizaje 8 .....	20
Idea del neuroaprendizaje 9 .....	22
Idea del neuroaprendizaje 10 .....	24
Idea del neuroaprendizaje 11 .....	25
Idea del neuroaprendizaje 12 .....	27
Idea del neuroaprendizaje 13 .....	29
Idea del neuroaprendizaje 14 .....	31
Idea del neuroaprendizaje 15 .....	33
Referencias .....	35

## PREFACIO

A continuación se presenta el principal producto del Modelo de Trabajo Profesional ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE ENFOCADO A LA MATEMÁTICA BASADA EN EL NEUROAPRENDIZAJE. Esta guía busca motivar al docente a planificar actividades que partan de la estimulación de las neuronas, y por ende, del cerebro. A su vez busca informar acerca de las ideas que la neuroeducación y el neuroaprendizaje han generado a través de las investigaciones sobre cómo aprende el cerebro.

Una guía es una fuente de consulta que provee de ideas que pueden ser implementadas con un grado en específico o en cualquier nivel, en este caso la guía está orientada al grado de sexto primaria; sin embargo las ideas del neuroaprendizaje pueden ser aplicadas en todos los niveles, siempre y cuando el docente inyecte la originalidad y creatividad necesarias para el diseño de las actividades y aplicación de las actividades.

Esta guía está diseñada para que la persona que lo consulte pueda consultar la información de forma práctica, ya que presenta una estructura bastante amena para el lector. Además se complementó con imágenes que permiten tener un mejor panorama de las ideas presentadas. En cada apartado se especificó la idea del neuroaprendizaje, la competencia, contenidos, descripción de la idea, sugerencias metodológicas, así como una actividad modelo; todo ello con el fin de que la personas que lo consulten puedan generar otras actividades con base a las ideas del neuroaprendizaje. En la parte final de la guía se incluyen algunas de las fuentes consultadas, de las cuales se fundamentaron las ideas y estrategias propuestas en la guía.

Con la guía se espera que los docentes se motiven a profundizar más en el tema del neuroaprendizaje, poder así indagar los conocimientos biológicos sobre el desarrollo de nuestro sistema nervioso y el funcionamiento del cerebro, para que posteriormente se puedan aplicar los métodos pedagógicos y psicológicos correctos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## JUSTIFICACIÓN DEL GUÍA

La institución educativa con la que se trabajó la investigación, es una institución que atiende a niños de un área urbano-marginal de la ciudad; los recursos económicos de las familias son limitados, por lo que la presente guía fue diseñada con el afán de cubrir las necesidades en matemática de estos estudiantes con base a recursos que estén al alcance del docente. La iniciativa surgió a raíz de una entrevista con los líderes educativos de la institución: directora y docente de matemática. Además se tuvo la oportunidad de conocer las observaciones que la directora tiene respecto al desarrollo de la clase de matemática.

Dentro de las necesidades que se identificaron es que los docentes necesitan implementar actividades más activas y dinámicas en la clase de matemática. Puesto que se cuenta con docentes comprometidos y responsables, pero que aún necesita abrirse a otras experiencias que enriquezcan de mejor manera su proceso de enseñanza-aprendizaje. Además se refiere que los métodos utilizados, son un tanto tradicionales, por lo que se quiere motivar a los docentes a explorar más allá de lo habitual –más allá de la pizarra-. Por tanto la presente guía presenta actividades concretas, como ejemplo de lo que los docentes pueden realizar con base a las ideas que el neuroaprendizaje plantea.

Por otro lado, el conocimiento que se tiene con relación al neuroaprendizaje, aún es limitado en la comunidad educativa. Mencionan que es una ciencia nueva, por lo que necesitan ahondar con mayor énfasis en la estimulación neuronal y así poder realizar cambios reales en el cerebro –lo cual repercutirá en el aprendizaje-. Además hay docentes que aplican ciertas ideas del neuroaprendizaje, sin saber que lo están utilizando. Los líderes educativos de la institución reconocen la importancia del neuroaprendizaje, ya que esta puede enriquecer el conocimiento de la base neurológica para así poder realizar transformaciones biológicas en el cerebro que perduren en el tiempo.

La directora y docentes involucrados están en la disponibilidad de aplicar las ideas del neuroaprendizaje, sin embargo mencionaron que a través de una guía con las ideas concretas y ejemplos de aplicación de actividades es algo que podría aprovechar de forma real. Además eso permitiría tener una noción de cómo se puede trabajar con el conocimiento de la neurociencia, y así en el transcurso del tiempo pueda volverse una transversalidad de la institución. Lo importante es tener niños más felices, con un aprendizaje que perdure en el tiempo.

## **EL NEUROAPRENDIZAJE COMO PUNTO DE PARTIDA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES MATEMÁTICAS**

Una herramienta útil para los educadores es entender a las Neurociencias como una forma de conocer de manera más amplia al cerebro -cómo es, cómo aprende, cómo procesa, registra, conserva y evoca una información, entre otras cosas- para que a partir de este conocimiento pueda mejorar las propuestas y experiencias de aprendizaje que se dan en el aula. Si los líderes en educación -docentes, directores, coordinadores, supervisores- comprendieran que, a través de su planificación, actitudes, palabras y emociones ejercen una gran influencia en el desarrollo del cerebro de los estudiantes, y con ello en la forma en que aprenden; en este caso ya no se tendría la necesidad de justificar la vinculación que la neurociencia tiene con el contexto pedagógico.

A partir de lo anteriormente mencionado, se han adaptado CINCO VÍAS PARA DESARROLLAR EL PENSAMIENTO LÓGICO-MATEMÁTICO según el Dr. José Fernández Bravo (2005):

1. La observación: Se debe potenciar sin imponer la atención del estudiante a lo que el docente quiere que mire. La observación se canaliza libremente y mediante juegos cuidadosamente dirigidos a la percepción de las propiedades a las que se quiere orientar. Esta capacidad de observación se ve aumentada cuando se actúa con gusto y tranquilidad y se ve disminuida cuando existe tensión en la persona que realiza la actividad.
2. La imaginación: Entendida como acción creativa, se potencia con actividades que permiten una pluralidad de alternativas en la acción de los estudiantes. Ayuda al aprendizaje matemático por la variabilidad de situaciones a las que se transfiere una misma interpretación.
3. La intuición: Las actividades dirigidas al desarrollo de la intuición no deben provocar técnicas adivinatorias; el decir por decir no desarrolla pensamiento alguno. La arbitrariedad no forma parte de la actuación lógica. El estudiante intuye cuando llega a la verdad sin necesidad de razonamiento. Ciertamente, esto no significa que se acepte como verdad todo lo que se le ocurra al alumno, sino conseguir que se le ocurra todo aquello que se acepta como verdad.
4. El razonamiento lógico: El razonamiento es la forma del pensamiento mediante la cual, partiendo de uno o varios juicios verdaderos, denominados premisas, llegamos a una conclusión conforme a ciertas

reglas de inferencia. Para Bertrand Russell la lógica y la Matemática están tan ligadas que afirma: «la lógica es la juventud de la Matemática y la Matemática la madurez de la lógica». La referencia al razonamiento lógico se hace desde la dimensión intelectual que es capaz de generar ideas en la estrategia de actuación, ante un determinado desafío. El desarrollo del pensamiento es resultado de la influencia que ejerce en el sujeto la actividad escolar y familiar.

5. La emoción: De nada serviría algo, si no influyese positivamente en el desarrollo integral de la persona humana. Nadie que se sienta mal con una materia va a incorporarse libremente a su estudio. Querer saber y sentirse bien sabiendo es objetivo primordial para aprender. (Bravo, 2005, p. 7)

## GUÍA DE USO

### ¿En qué consiste la guía?

- Es una guía con estrategias y actividades que buscan estimular el pensamiento matemático desde las aportaciones del neuroaprendizaje, todo ello a partir del conocimiento y comprensión del cerebro.
- Esta guía está dirigida a los docentes de matemática de primaria, específicamente para el grado de sexto.
- **OBJETIVO:** La guía busca el desarrollo del pensamiento lógico y de razonamiento, como parte del pensamiento matemático necesario para la resolución de problemas.

### ¿Cómo está organizado el guía?

- Parte informativa: en ella se encontrará el título de la idea del neuroaprendizaje, así como la competencia y los contenidos a las que se adaptó la actividad modelo.
- Descripción de la idea: en ella se encuentra una breve descripción de la idea del neuroaprendizaje a la que se hace énfasis.
- Actividad modelo: es una actividad que parte de la idea del neuroaprendizaje propuesta.
- Sugerencias metodológicas: contiene algunas ideas sugeridas para que el docente pueda implementar tanto la actividad como la idea del neuroaprendizaje.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** Activación de las neuronas



**COMPETENCIA:** Produce información acerca de la utilización de figuras geométricas, símbolos, signos y señales de fenómenos naturales, sociales y culturales en su región.

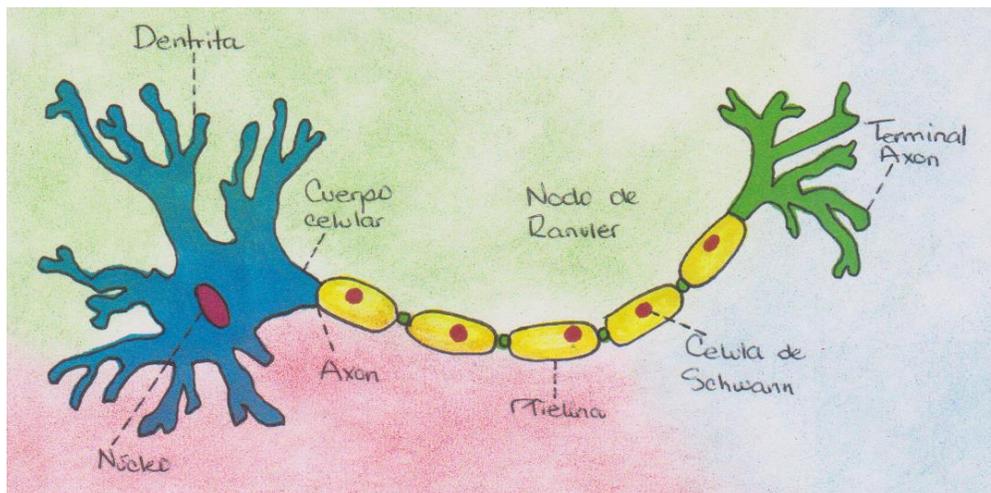


**CONTENIDOS:** Clasificación de triángulos, paralelogramos polígonos regulares e irregulares.

### A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA.

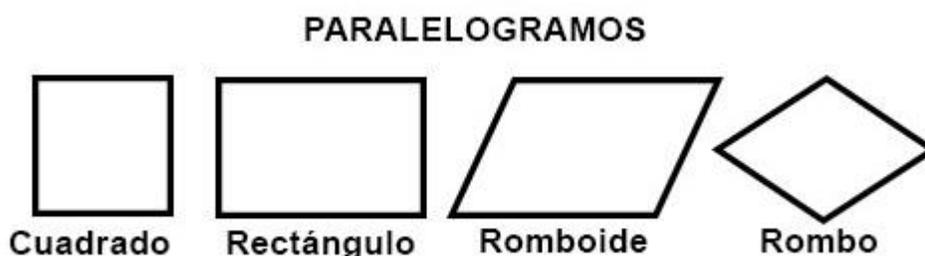
Ley de Hebb: «Cuando un axón de una célula la está lo suficientemente cerca de una célula B, como para excitarla, y participa repetida o persistentemente en su disparo, ocurre algún proceso de crecimiento o cambio metabólico, en una o en ambas células, de modo tal que la eficacia de A, como una de las células que hacen disparar a B, aumenta».

Las neuronas se agrupan según la activación simultánea que tengan, lo que significa que siempre que aparezca un estímulo parecido, las neuronas que se activaron en algún momento se activarán nuevamente. Por lo que si se mantienen estimuladas se mantendrá la conexión. (Lopez-Rodriguez)



## B. ACTIVIDAD MODELO

1. Se preparan imágenes de triángulos, cuadriláteros y polígonos regulares e irregulares.
2. El docente, al comenzar la clase, presentará grupos de cinco imágenes en intervalos de cinco segundos.
3. Luego pedirá a los estudiantes que dibujen objetos con las formas mostradas.
4. Esta acción se repetirá los días en que se trabajen los temas, o bien, en los que se trabajen temas de geometría.



## C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

1. El docente puede ir variando las imágenes a mostrar.
2. La actividad posterior a la visualización de las imágenes puede cambiar, esto dependerá de la decisión que el docente vea necesaria. Por ejemplo: los estudiantes pueden nombrar las figuras mostradas, en el orden exacto; pueden recortar con material reciclado las figuras; se puede realizar un collage, etc.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** Carácter de la matemática



**COMPETENCIA:** Produce información acerca de la utilización de figuras geométricas, símbolos, signos y señales de fenómenos naturales, sociales y culturales en su región.



**CONTENIDOS:** Traslación, simetría y rotación de figuras planas. Figuras congruentes

### A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA:

Bravo (2007), menciona: «La matemática en sí misma es una actividad mental. El pensamiento matemático es uno, y no varios. Su instrumento no es el cálculo sino el razonamiento. El ejercicio de la matemática consiste principalmente en el descubrimiento y aplicación de estructuras». Por tanto, el camino que conviene utilizar en la enseñanza de la matemática es el de la experimentación, donde se registran ideas que más tarde se convertirán en un punto de partida para aportes en el conocimiento matemático.

### B. ACTIVIDAD MODELO

1. Preparar tiza o yeso. En su lugar puede ser una tira de papel y marcadores.
2. Agrupar en tríos a los estudiantes y asignarles una figura plana.
3. En el patio deben realizar los movimientos que pueden tener las figuras: traslación, rotación y reflexión. Para ello el docente realizará un ejemplo previo para guiar a los estudiantes a lo esperado. En este caso los alumnos tendrán la oportunidad de experimentar cada uno de los movimientos que pueden darse con las figuras planas.
4. Es importante que al finalizar, se pueda hacer una plenaria donde los estudiantes expongan sus ideas de lo realizado. Orientarlos para que concluyan que todas las figuras, no importando su posición sigue siendo la misma (figuras congruentes).



### C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

1. Los materiales a utilizar o la manera en que se aplique dependerá de la creatividad que el docente pueda tener al momento de aplicar la idea.
2. Se debe preparar con anticipación el material a utilizar, así como el ejemplo a utilizar.
3. Considerar el tiempo aproximado para aplicar la actividad, dependiendo del lugar la movilización puede abarcar ciertos minutos.
4. Al realizar la plenaria final, el docente debe mediar con preguntas que generen reflexión.





**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** Constructivismo y neuroaprendizaje



**COMPETENCIA:** Produce información acerca de la utilización de figuras geométricas, símbolos, signos y señales de fenómenos naturales, sociales y culturales en su región.



**CONTENIDOS:** Perímetro de polígonos regulares e irregulares. Área de triángulo acutángulo y obtusángulo, aplicando fórmula.

### A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA:

Nada de lo que se aprenda puede estar aislado, pues tal como lo han demostrado investigaciones recientes mediante imágenes que muestran diversas zonas de activación cerebral, su esencia es la vinculación de un pensamiento con otro. Según los aportes de la Neuroimagen, tal como lo habían planteado los estudios sobre aprendizaje significativo y sobre constructivismo, los nuevos aprendizajes se retienen sólo en la medida que se puedan relacionar con lo que ya se sabe (Gudiño, 2009).

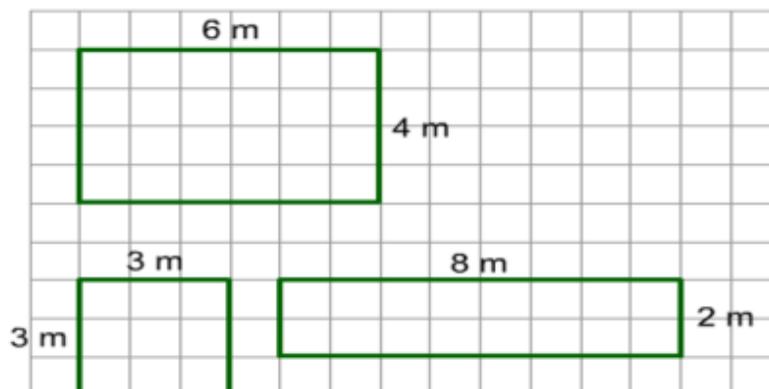
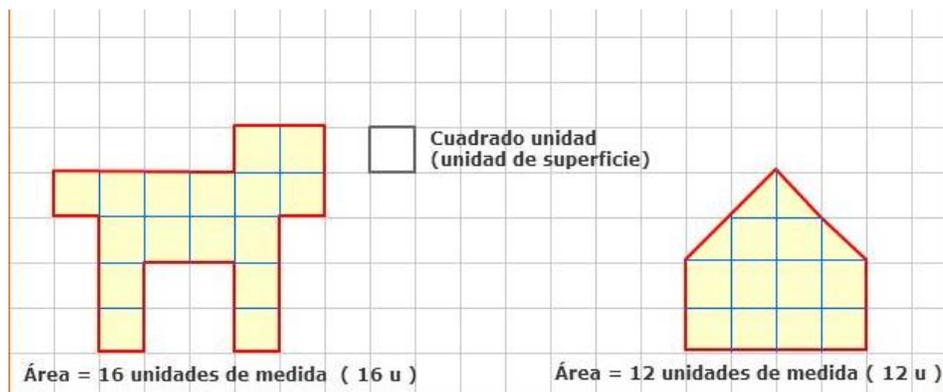
### B. ACTIVIDAD MODELO

1. El docente organiza grupos de tres o cuatro estudiantes.
2. Se les pide que seleccionen un objeto de la clase que tenga forma de polígono.
3. Medirán cada uno de los lados del objeto (los estudiantes ya identifican que es un lado del polígono). Luego se les pedirá que sumen el total de sus lados.
4. Posteriormente se les pide que representen con un dibujo el objeto medido y así mismo el dato encontrado.
5. Al final se les indicará que el contorno de las figuras o formas se llama perímetro. En este caso se orienta a los estudiantes para que reconozcan que el dato encontrado es el perímetro de los objetos medidos.

### C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

1. Identificar que en el espacio donde se va a desarrollar la clase se encuentren objetos que puedan ser medidos.
2. Observar que los estudiantes trabajen según las indicaciones dadas.
3. Ir haciendo preguntas claves en el transcurso de la actividad, ¿cuántos lados tiene su figura? ¿Qué medida utilizarán? ¿Si los lados son del mismo tamaño, deben medir todos los lados?
4. En lugar de utilizar objetos reales, aunque es más recomendable, se pueden dibujar figuras en el suelo o en hojas y medir el perímetro.
5. Para el caso del tema del área, se pueden utilizar hojas cuadrícula para que comprueben que efectivamente el resultado son la cantidad de unidades cuadradas de la figura.

NOTA: A continuación encontrará algunos dibujos sugeridos para el tema del área.





**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** Neuroaprendizaje



**COMPETENCIA:** Produce información acerca de la utilización de figuras geométricas, símbolos, signos y señales de fenómenos naturales, sociales y culturales en su región.

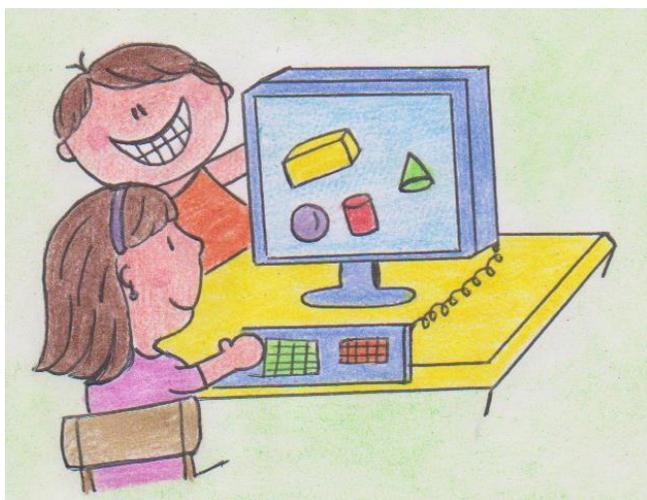


**CONTENIDOS:** Descripción de los cuerpos geométricos: caras, vértices y aristas. Clasificación y construcción de sólidos geométricos en pirámides y prismas.

### A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA:

Para Braidot, la neuroplasticidad es «la capacidad que tiene el cerebro para formar nuevas redes o modificar las existentes a cada instante como resultado de la interacción de un individuo con el entorno. Es la base de la memoria y el aprendizaje e involucra una visión dinámica de los mecanismos cerebrales».

Por ejemplo, si usted le muestra a sus estudiantes imágenes de los cuerpos geométricos representados en la naturaleza y en las construcciones, el cerebro de ellos procesará la información sobre la forma en que estos cuerpos están



representados en el entorno a través de los sentidos de la vista y el tacto, creando una nueva red neuronal (dado que ellos nunca le habían prestado atención a los cuerpos geométricos). Si además, ellos descubren que es un tema fascinante y deciden continuar informándose, los estímulos que reciban a través de la lectura, imágenes, videos, películas, etc., harán que se mantenga abierto el circuito que se ha creado.

## B. ACTIVIDAD MODELO

1. Pedirles a los estudiantes que investiguen acerca de los cuerpos geométricos.
2. Construyan cuerpos geométricos con materiales de reciclaje.
3. Realizar exposición con los cuerpos geométricos.
4. Cada estudiante elegirá un cuerpo geométrico que adoptará como su clave de clase. Cada día compartirá algún dato o curiosidad acerca del cuerpo geométrico seleccionado. El punto es que cada día el estudiante vaya asociando el sólido con la cotidianidad.



## C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

1. Es importante orientar a los estudiantes en todo el proceso. La guía que el docente pueda darles es determinante para el logro de las actividades.
2. Se debe considerar el tiempo que conlleva la actividad, en este caso también se sugiere establecer tiempos de trabajo, o bien, organizar en grupos la actividad y así pueda compartirse las tareas entre los estudiantes.
3. La selección del cuerpo geométrico, puede repetirse entre los estudiantes. Sin embargo, se espera que se adopten por lo menos una vez cada sólido.
4. La exposición de las actividades siempre se sugiere que sea en un lugar adecuado, con el espacio y condiciones necesarias. También es motivador para los estudiantes que personas ajenas puedan acercarse y observar lo realizado por ellos.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** El cerebro como soporte material.



**COMPETENCIA:** Produce información acerca de la utilización de figuras geométricas, símbolos, signos y señales de fenómenos naturales, sociales y culturales en su región.



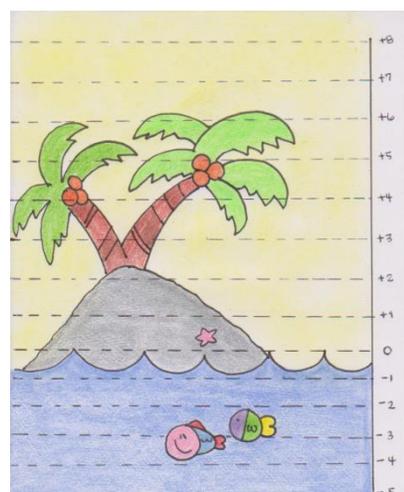
**CONTENIDOS:** Utilización de números enteros positivos y negativos y su ubicación en la recta numérica.

### A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA:

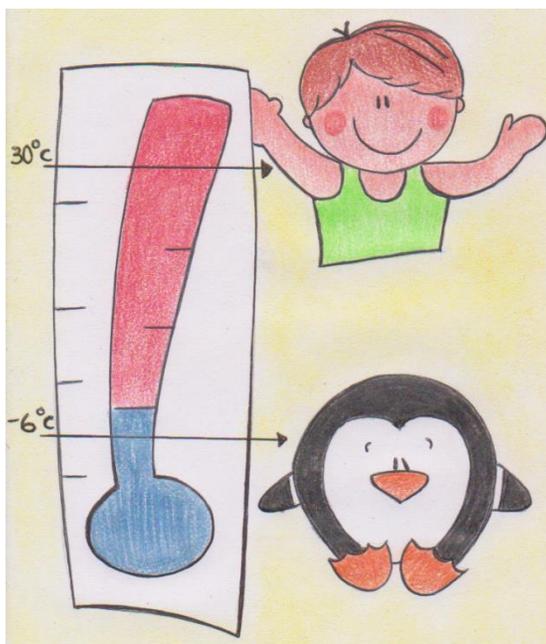
Según Piaget los niños de 7 a 11 años están en la etapa de las operaciones concretas. Si a lo anterior le añadimos lo que Pulitzer R. Kotulak menciona que el cerebro no es un órgano estático, sino una masa de conexiones celulares en constante cambio a causa de la influencia que las experiencias puedan aportar. (Cruz, 2006). Por lo que los procesos de razonamiento se vuelven lógicos y pueden aplicarse a problemas concretos o reales, además se crean esquemas y se logran ordenamientos de conjuntos de forma mental. Entonces, se crea una oportunidad idónea para trabajar temas como: ecuaciones e inecuaciones sencillas, así como movimientos en el plano y problemas que impliquen la lectura de textos.

### B. ACTIVIDAD MODELO

1. Seleccionar un texto donde se mencione la utilización de números enteros positivos y negativos. Pueden ser sobre el tiempo (grados sobre o bajo cero), también puede utilizarse el nivel del mar (sobre o bajo el nivel mar).



2. Se les pide a los estudiantes que lean el texto y que identifiquen los datos que aparecen.
3. Preguntarles cómo pueden representar esos datos. Sobre todo, el diferenciar caso como cinco grados sobre cero y cinco grados bajo cero.
4. Introducir el tema de enteros positivos y negativos.
5. Para continuar con el tema se les puede dar una lectura de historia, con la cual podrán crear una línea de tiempo (ubicación en el plano cartesiano) de los números enteros positivos y negativos.



### C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

1. El docente debe preparar previamente el o los textos que utilizará, cerciorándose que los números enteros sean los protagonistas de dicho texto.
2. Es importante preparar las preguntas que guiarán a los estudiantes a identificar el uso de los números enteros.
3. Las lecturas pueden tener un tamaño variado, dependerá de las necesidades que el grupo de estudiantes presente.
4. Se recomienda realizar una línea de tiempo previa con los estudiantes y así ejemplificar lo que se espera que realicen.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** El cerebro y su multicidad



**COMPETENCIA:** Aplica el pensamiento lógico, reflexivo y creativo para impulsar la búsqueda de solución a situaciones problemáticas en los diferentes ámbitos en los que se desenvuelve.



**CONTENIDOS:** Completación y creación de series numéricas con combinación de operaciones aritméticas básicas.

## A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA

El cerebro es capaz de realizar operaciones de manera simultánea, por lo que se ha evidenciado que cada mecanismo se encarga de resolver ciertos problemas y procesarlos de manera simultánea. Los mecanismos incorporan la asociación, generalización y autoorganización, y están dirigidos a realizar simultáneamente muchos procesadores neuronales separados, que trabajan para un fin común.

## B. ACTIVIDAD MODELO

1. Para aprovechar esta idea del neuroaprendizaje se le motiva al docente a utilizar actividades de centros; sobre todo, porque al momento de aplicar la estrategia de centros los estudiantes realizan diferentes actividades que se encaminan a un mismo fin.



2. Con los temas de completación y creación de series numéricas que combinen diferentes operaciones aritméticas básicas, se sugiere las siguientes actividades de centros: -Un centro donde los estudiantes deban completar series; -luego uno donde tengan que crear las series; otro donde deban crear una canción con los números de una serie numérica; -Por último, en otro centro, donde se les dé el patrón (clave) y los números dispersos para que los estudiantes puedan armar la secuencia numérica; En otro caso, se puede utilizar texto donde los estudiantes deban extraer la secuencia representada en el mismo.



### **C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS**

1. Las actividades de los centros pueden variar según las necesidades y habilidades de los estudiantes.
2. Es importante que el docente prepare con antelación cada uno de los ejercicios que utilizará en clase.
3. El docente desde el inicio de la actividad debe dar las instrucciones claras y precisas para que los estudiantes puedan aprovechar la actividad en mayor medida. Debe, también, establecer los tiempos de trabajo en cada centro.
4. Aunque el docente dé instrucciones generales, es importante que en cada centro aparezcan las instrucciones de forma escrita para que los estudiantes puedan aplicar el seguimiento de instrucciones, y así fortalecer esta habilidad.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** Emoción y aprendizaje



**COMPETENCIA:** Aplica, con autonomía, signos, símbolos gráficos, algoritmos y términos matemáticos, para dar respuesta a diversas situaciones y problemas en los diferentes ámbitos en los que se desenvuelve.



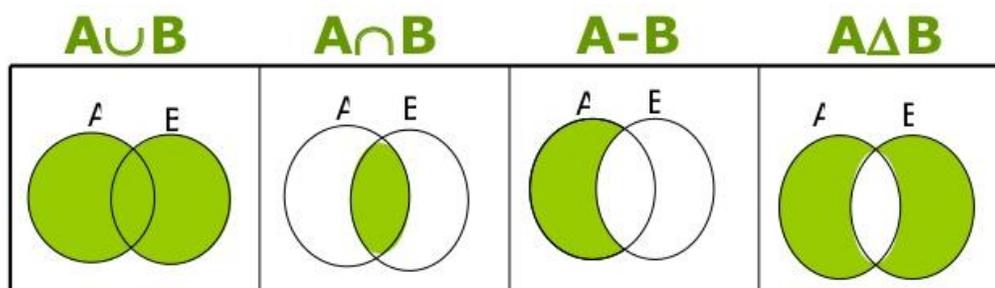
**CONTENIDOS:** Operaciones entre conjuntos: intersección, unión, diferencia, diferencia simétrica y producto cartesiano.

## A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA

Los recientes avances en neurociencia ponen de manifiesto la relación entre la emoción, el funcionamiento social, y la toma de decisiones; por lo que está estrechamente ligado a la educación, en este caso los aspectos de la cognición están directamente relacionados y afectados de manera positiva o negativa a consecuencia de las emociones. Por tanto, los profesores necesitan apreciar la importancia de las emociones en los estudiantes porque son la razón fundamental por la que los alumnos aprenden (Immordino-Yang y Damasio, 2007). La emoción positiva genera químicos que facilitan la transmisión de impulsos; querer saber y sentirse bien sabiendo son tareas fundamentales que la escuela debe poner a disposición del alumno, por otro lado, pensamientos negativos generan químicos que bloquean la conexión entre los neurotransmisores. (Bravo J. A., 2010)

## B. ACTIVIDAD MODELO

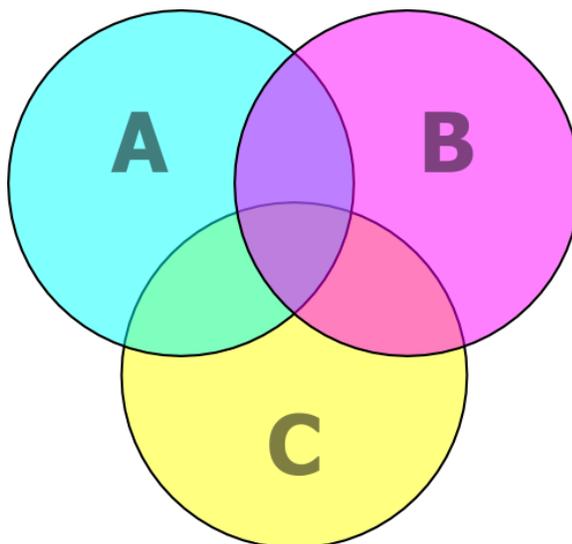
1. Para comenzar el docente ejemplifica un ejercicio con los datos de dos estudiantes realiza unión, intersección, diferencia y diferencia simétrica con los datos de gustos de cada estudiante.

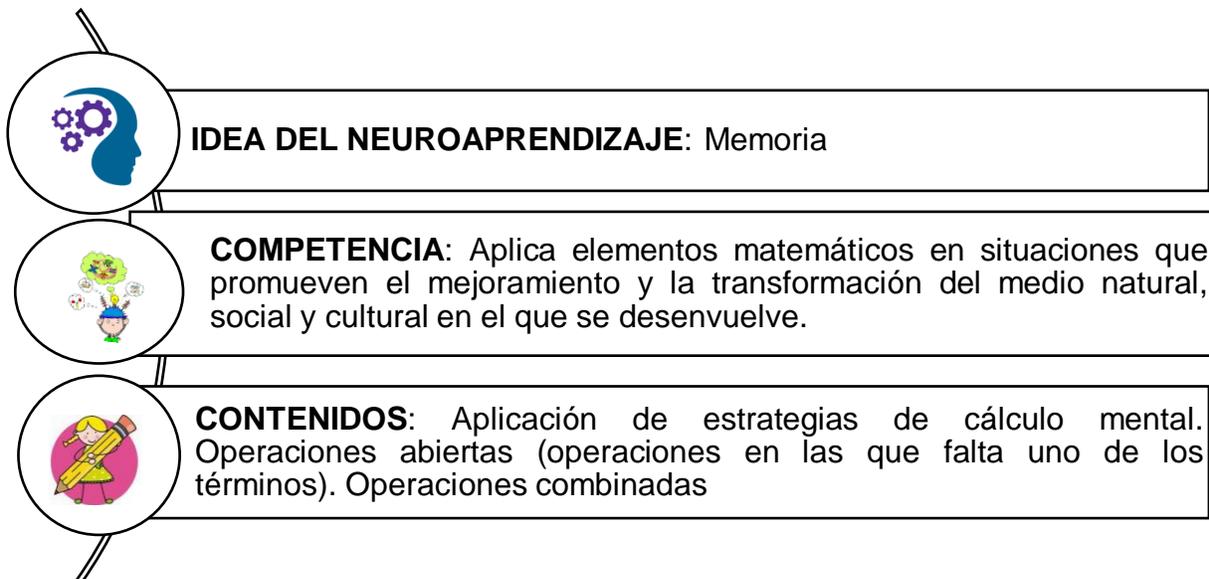


2. Se les pide a los estudiantes que se agrupen en dúos para poder realizar un conjunto por separada de cada uno de sus gustos. Luego con estos datos se procederá a realizar la unión, intersección, diferencia y diferencia simétrica de los mismos. En este caso se busca provocar en los estudiantes emociones de alegría, sorpresa, entusiasmo, etc., debido a que se estará trabajando con los gustos de ellos mismos.

### C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

1. Según considere necesario, puede realizar varias ejemplificaciones donde realice operaciones entre conjuntos con los datos de los estudiantes. Hasta que el docente esté seguro que los estudiantes puedan resolverlo.
2. Es posible que el docente proporcione hojas con los diagramas de Venn dibujados.
3. Se propone que posterior a la actividad en dúos, se pueda realizar la misma actividad, pero en tríos.
4. Si hay un ambiente de clase abierto, se pueden realizar carteles con los conjuntos y presentarlos. Incluso se puede realizar en Power Point, Word o alguna aplicación para luego presentarlo. Es importante, que los resultados los presenten tanto de forma gráfica como de forma enumerativa.





## A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA

Para Bravo (2010), el cerebro humano recibe unos 4,000,000 millones de bits de información por segundo, pero solo somos conscientes de dos mil. De esa información registrada conscientemente, la memoria guarda aproximadamente un 10%; en el mejor de los casos de extrema atención, cuando nos dedicamos a exponer una lección la memoria a corto plazo retiene el 10% de la información registrada por el cerebro consciente. Si a esto añadimos que la exposición informativa de un tema exige habitualmente que el alumno se limite tan solo a escuchar, lo que se convierte en una pasiva actividad cerebral y, dado que los estímulos del cerebro son bajos, suele inhibirse la motivación y variables afectivo-sociales, inhibiéndose también las respuestas de acción y reacción mental.

Por tanto si se realizan propuestas desafiantes que impliquen esfuerzo intelectual, o bien, generamos diálogos abiertos a la búsqueda de conocimiento estaremos aumentando la actividad cerebral, así como la cantidad de respuestas que se derivan ante los estímulos percibidos. Además se activan la motivación, la reflexión y la autoestima. Es por ello que, al estar el cerebro consciente se registra una mayor cantidad de información, se mejora la memoria de trabajo y se retiene durante más tiempo.

## **B. ACTIVIDAD MODELO**

1. Para aplicar esta idea del neuroaprendizaje, se propone utilizar la estrategia de Flipper classroom o clase invertida. En este caso se les asigna a los estudiantes un tema, para que estos puedan investigarla en casa, de preferencia en los sitios que el docente sugiera, posteriormente en clase se practica y aplica lo trabajado en casa.
2. En este caso se les pide a los estudiantes que investiguen acerca de estrategias de cálculo mental. Además deben preparar una exposición para “vender su estrategia”; lo que se busca es activar la actividad cerebral a través de la motivación que esto pueda generarles.
3. En clase se escucharán las diferentes propuestas.
4. Posteriormente se trabajará una serie de ejercicios de operaciones combinadas; en las que los estudiantes irán analizando las estrategias de cálculo mental que puedan utilizar (puede ser las vistas anteriormente o algunas que vayan descubriendo).

## **C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS**

1. Se sugiere actividades dinámicas, activas y participativas con el fin de estimular el cerebro; además deben ser actividades que motiven a los estudiantes para que estos puedan estar dispuestos al aprendizaje.
2. La actividad sugerida puede desarrollarse en grupos o individual, dependerá de las cualidades del grupo de estudiantes, así como las consideraciones que crea necesario el catedrático.
3. En el proceso se sugiera intervenir con “preguntas poderosas”, preguntas que estimulen a los estudiantes a buscar alternativas y soluciones creativas.
4. La motivación de los estudiantes, es en gran medida, el reflejo de la motivación del docente. Es por ello que el docente es el primero que debe estar motivado para poder despertar el mismo sentir en sus estudiantes.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** La atención y el aprendizaje



**COMPETENCIA:** Aplica elementos matemáticos en situaciones que promueven el mejoramiento y la transformación del medio natural, social y cultural en el que se desenvuelve.



**CONTENIDOS:** Aplicación de reglas de divisibilidad. Clasificación de números primos y compuestos.

### A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA:

La atención es uno de los factores decisivos en el proceso de aprendizaje. Sobre todo debido a que la capacidad de nuestro cerebro para procesar la información sensorial entrante es limitada. En este caso la atención sobre lo que se quiere aprender implica esfuerzo continuo, motivación para ser receptivo y contar con las emociones adecuadas. En ese orden, la dedicación constante requiere autocontrol, lo novedoso y relevante facilita nuestra motivación. En un estado relajado nuestra atención (también memoria) se encuentra en una situación más beneficiosa para facilitar el aprendizaje. (Guillén, 2012)

### B. ACTIVIDAD MODELO

1. Para poder activar la atención a través de: un esfuerzo continuo, motivación y emociones adecuadas; se sugiere activar el cerebro a través de “la búsqueda del tesoro”.
2. Se preparan pistas (criterios de divisibilidad) para que los estudiantes, en grupos, puedan ir encontrando los números previamente escondidos. La idea es que cada grupo tenga cajas, bolsas o canastas donde irán depositando los números, por separado, divisibles entre 2, divisibles entre 3,



- divisibles entre 4, divisibles entre 5, divisibles entre 6 y divisibles entre 10.
3. Posteriormente se realizará el conteo para identificar cuántos números en cada canasta tiene cada grupo.
  4. Al finalizar se les dará la pista final: claves para identificar un número compuesto y un número primo. Se debe guiar a los estudiantes para que deduzcan que lo mayor parte de números encontrados son compuestos, debido a que son divisibles no sólo entre ellos mismo y uno.



### **C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS**

1. En este tipo de actividades, es importante incentivar un esfuerzo continuo, motivación y emociones adecuadas en los estudiantes. Por lo que las actividades deben ser retadoras.
2. Además se tiene que considerar el espacio para desarrollar la actividad de la búsqueda del tesoro, así como el tiempo y los recursos a utilizar.
3. El docente juega un papel determinante, no sólo supervisa lo que los estudiantes realizan, sino que guía a reflexiones que generan pensamiento crítico.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** Optimizar la actividad cerebral



**COMPETENCIA:** Aplica elementos matemáticos en situaciones que promueven el mejoramiento y la transformación del medio natural, social y cultural en el que se desenvuelve.



**CONTENIDOS:** Simplificación de fracciones, operaciones entre fracciones. Operaciones entre decimales. Operaciones combinadas.

## A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA:

En este caso lo que se busca es que el estudiante, a través de poca información pueda establecer relaciones, generar ideas y expresar pensamientos a través de la optimización de la actividad cerebral. Lo que se sugiere es buscar lo mínimo que necesitan saber, según el tema y edad, y a partir de ahí generar preguntas como: ¿Qué ves?, ¿qué se te ocurre a ti? ¿Qué pasaría si...?, la idea es generar actividad cerebral a través del descubrimiento. Por lo que se hace necesario poner a disposición de los alumnos fiables mecanismos de autocorrección, así como la correcta utilización de razonamientos lógicos.

## B. ACTIVIDAD MODELO

1. Para poder desarrollar en los estudiantes mecanismo de autocorrección, así como de utilización correcta del razonamiento lógico, se sugiere utilizar la estrategia de estudio de caso.
2. Por lo que se dará a los estudiantes un caso o problema que implique fracciones y decimales (ambas cosas). Puede ser que una persona está buscando poner su restaurante y quiere saber cuánto comprar para cada receta, así como el presupuesto que necesita y las posibles ganancias que puede obtener.

## C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

1. El problema o caso debe estar detallado para que los estudiantes no se pierdan en lo que el docente espera.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** Aprendizaje, memoria y plasticidad cerebral.



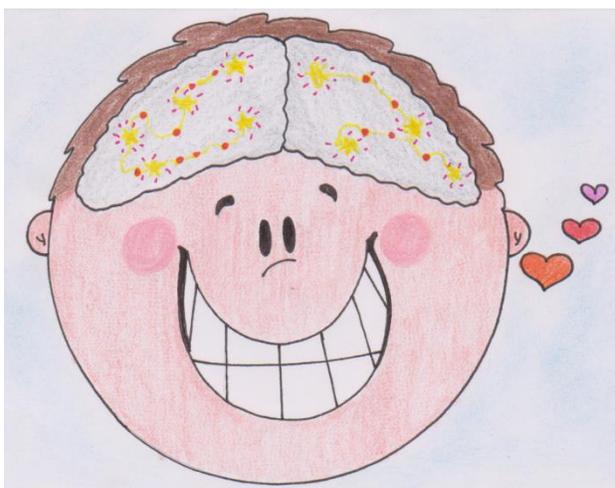
**COMPETENCIA:** Aplica estrategias de aritmética básica en la resolución de situaciones problemáticas de su vida cotidiana que construyen a mejorar su calidad de vida.



**CONTENIDOS:** Resolución de problemas en los que se utiliza operaciones de números naturales.

### A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA:

El aprendizaje y la memoria son funciones superiores complejas que desafían aun a los investigadores en un intento de aclarar los mecanismos neurofisiológicos



básicos implicados; Sin embargo los estudios realizados sobre los mecanismos celulares y moleculares del aprendizaje y la memoria tiene su foco principal en la plasticidad neuronal promovida por la potenciación sináptica a largo plazo. (Franco, 2010). Es ahí la importancia del tema de la plasticidad cerebral, esta se da cuando las neuronas sufren cambios tanto morfológicos como fisiológicos debido al

aprendizaje. En este caso los cambios se ven reflejados en la fisiología global del cerebro, por lo que se dice que el cerebro es plástico, debido a que sufre cambios a causa de la experiencia. Con lo anterior es importante resaltar que, aunque el ambiente (estímulos sensoriales) enriquece la capacidad de aprendizaje, la presencia e interacción con otros individuos es lo que completa el enriquecimiento cerebral. (García, s/a)

## **B. ACTIVIDAD MODELO**

1. Con base a la idea del neuroaprendizaje de la plasticidad cerebral, se motiva a utilizar la estrategia de trabajo cooperativo basado en proyectos.
2. En este caso se sugiere el siguiente proyecto: “Cotización, análisis y evaluación de una tienda”.
  - El Señor Juárez ha decidido poner una tienda en la escuela, pero para ello necesita la ayuda de los estudiantes de sexto primaria para analizar los datos de los productos que desea vender.
  - Es necesario cotizar por bolsa, caja o docena los siguientes productos: jugos, bolsitas de golosina, dulces, chicles, bombones, galletas, gaseosas y chocolates.
  - Para cada producto es necesario: cotizar precio, luego realizar la operación correspondiente para saber el precio individual del producto; posteriormente es necesario proponer un precio y verificar la ganancia tanto individual como del total del producto.
  - Los resultados los deben presentar en una tabla donde en cada columna estará: producto, precio por docena, precio individual, precio sugerido de venta, ganancia individual y ganancia total.

## **C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS**

1. Para estimular la plasticidad cerebral se propone la estrategia de proyectos que implica el trabajo cooperativo; los estudiantes aprenden a resolver problemas a través de las opiniones de todos, además les ayuda a desarrollar la capacidad de resolver conflictos entre pares.
2. Aunque la actividad modelo fue sugerida con base a la resolución de problemas con operaciones de números naturales, esta puede adaptarse a la resolución de problemas con fracciones, para ello se les pediría a los estudiantes hacer el mismo proceso para un negocio, pero con una receta que tenga las medidas de los ingredientes en fracciones.
3. La actividad se lleva a cabo por los estudiantes, netamente, sin embargo el docente debe fungir como orientador en todos los momentos del proyecto. Sobre todo orientar a un trabajo cooperativo efectivo.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** Utilización de material y su estimulación en el cerebro.



**COMPETENCIA:** Aplica los conocimientos y las tecnologías propias de la cultura y de otras culturas para impulsar el desarrollo personal, familiar y de su comunidad.



**CONTENIDOS:** Estimación y medición de longitud, peso y capacidad; equivalencias entre múltiplo y submúltiplos.

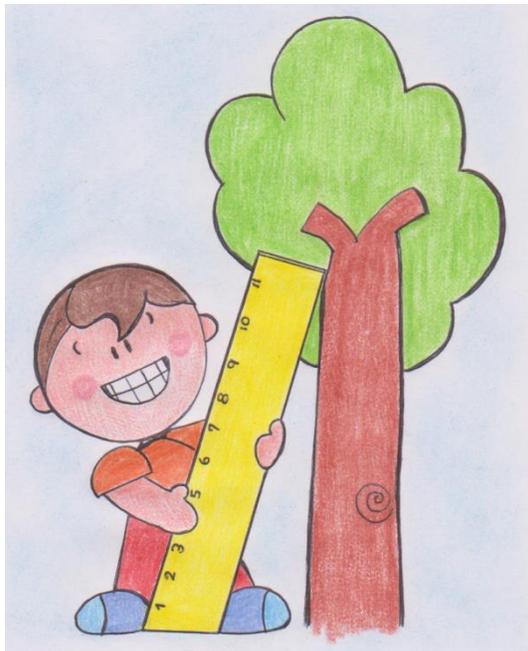
## A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA

Butterworth (1999) y Dehaene (1997), citados por Bravo (2010), señalan que las personas nacemos con un módulo numérico que la escuela se encarga de obstaculizar; por lo que aconsejan que en la enseñanza de la matemática se pueda desarrollar el razonamiento intuitivo, la manipulación de materiales y el carácter lúdico de las actividades para interactuar con la mente del ser humano. Por otro lado, las terminaciones nerviosas que una persona tiene en las yemas de los dedos estimulan el cerebro, es por ello que la manipulación de materiales en matemática genera una actividad cerebral que facilita la comprensión. Cuando se manipula lo que se está aprendiendo se activan varias áreas cerebrales, mientras que cuando se memoriza sin sentido, la actividad neuronal es mucho más pobre.



## B. ACTIVIDAD MODELO

1. La actividad consiste en que los estudiantes realicen estimaciones y mediciones de objetos que tengan al alcance.
2. Pueden realizar anotaciones en el cuaderno en una hoja, los estudiantes seleccionan el objeto a medir, el objeto con el que lo medirán, luego realizan su estimación y al final miden el objeto para comprobar su estimación.
3. Luego se les pide realizar un metro o regla (creativa e ingeniosa), ya que será la que utilizarán a lo largo del tema. Se puede organizar una mañana de exposiciones, donde los estudiantes podrán mostrar a los demás su creación.



## C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

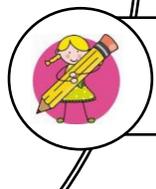
1. Las actividades pueden variar, lo importante es partir del uso de materiales concretos. Puede ser elaborados por ellos o los proporcionados por la o el docente.
2. Además pueden incluirse otro tipo de actividades que igualmente pueden resultar motivadoras; como el crear sus materiales, debido a que los estudiantes de esa edad les gusta crear, modificar e investigar cosas nuevas que pueden hacer.
3. El docente es parte fundamental, la guía, la instrucción y el acompañamiento que de las actividades es lo que determina en gran medida la motivación y éxito de los estudiantes.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** Neuronas espejo



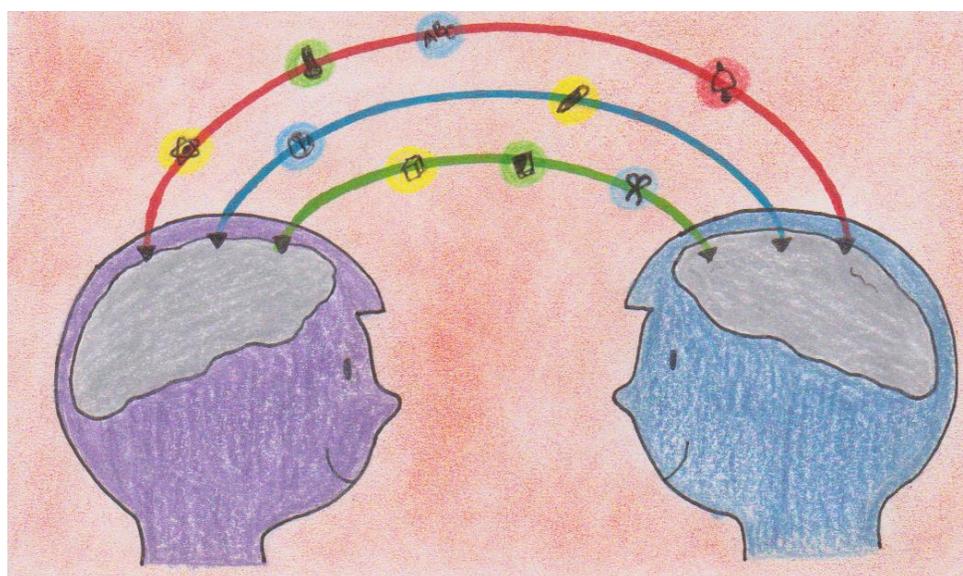
**COMPETENCIA:** Aplica la información que obtiene de diferentes elementos y fenómenos que ocurren en su contexto social, cultural y natural y la expresa en forma gráfica y simbólica.



**CONTENIDOS:** Presentación e interpretación de información utilizando porcentajes.

### A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA:

En Neurociencia, las neuronas espejo son un tipo particular de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción; es posible que las neuronas espejo constituyan un principio básico del funcionamiento cerebral. (García, 2008) Se ha evidenciado que estas neuronas desempeñan un importante rol dentro de las capacidades cognitivas ligadas a la vida social, tales como la empatía y la imitación. Es por ello que, algunos científicos han considerado que la neurona es uno de los más importantes descubrimientos de las neurociencias en la última década.



## B. ACTIVIDAD MODELO

1. Se organizan grupos de cuatro estudiantes. Previamente los estudiantes tuvieron que haber desarrollado el tema de proporciones y regla de tres; por tanto se utilizarán esos conocimientos previos para poder abordar el tema de porcentajes.
2. Se les proporciona una hoja con varios ejemplos de aplicación de porcentajes: aplicación de IVA o descuentos. Seguido a esto, se les pide a los estudiantes que revisen la información, la procesen y compartan con los de su grupo. Luego se les proporciona dos ejercicios (uno de IVA y otro de descuento), cada estudiante del grupo tendrá un par de ejercicios diferentes. La idea es que puedan retroalimentarse como grupo.



## C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

1. La aportación de las neuronas espejo, nos proporciona una idea más amplia respecto a los beneficios que trae consigo el trabajo en grupos.
2. Los estudiantes consciente o inconscientemente modelan actitudes y habilidades a sus compañeros. Es por ello que se sugiere, que el docente, al monitorear la actividad de los grupos pueda motivarles a que ayuden a sus compañeros de grupo a través de la modelación de un ejercicio.
3. El docente tiene que velar porque los grupos se han heterogéneos y así, poder aprovechar de mejor manera las habilidades y actitudes que cada uno pueda aportar.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** Gimnasia cerebral



**COMPETENCIA:** Aplica los conocimientos y las tecnologías propias de la cultura y de otras culturas para impulsar el desarrollo personal, familiar y de su comunidad.



**CONTENIDOS:** Equivalencia entre la moneda nacional con el dólar y euro. Resolución de problemas utilizando moneda nacional.

### A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA:

El cuerpo también es determinante en el desarrollo intelectual de los niños, es por ello que los movimientos que realiza proporcionan información valiosa al cerebro. Dichos movimientos permiten mantener el uso de las conexiones, redes neuronales, y así, a través de los sentidos acumular información que serán base para el aprendizaje. Lo anterior es denominado gimnasia cerebral, la cual parte de la teoría de que todas actividades físicas ayudan a pensar y a aprender. Por otro lado la gimnasia cerebral prepara al cerebro para recibir lo que sea recibir, crea las condiciones para que el aprendizaje se realice integral y profundamente. La gimnasia cerebral no sólo optimiza el aprendizaje, sino que ayuda a expresar con claridad las ideas, así como memorizar, incrementar la creatividad, manejar el estrés, etc. (Ibarra, 1997)

El cerebro necesita del cuerpo así como el cuerpo necesita del cerebro. Ambos aprenden de forma integrada. El movimiento, la exploración por medio de los órganos sensoriales, la expresión corporal, las experiencias directas y concretas estimulan el desarrollo de los sistemas sensoriales, de los sistemas motores y de diferentes regiones en el cerebro. Los ejercicios y el movimiento permiten mayor oxigenación del cerebro, mejoran habilidades cognitivas, estimulan capacidades mentales, sociales y emocionales. El input sensorial construye todos los conocimientos que tenemos y están vinculados a la percepción, cognición, emoción, sentimientos, pensamientos y respuestas motoras.

## B. ACTIVIDAD MODELO

- Se sugiere la siguiente gimnasia cerebral, adaptado de Aprende Mejor con gimnasia cerebral de Ibarra (1998):  
*“PASOS 1. Inhala aire por la nariz y frótala rápidamente diez veces. 2. Exhala ya sin frotarla. 3. Repite el ejercicio cinco veces más. 4. Cada vez que lo hagas nota si el aire que tomas entra por ambas fosas nasales.*  
**BENEFICIOS:** Activa e incrementa la memoria; Integra ambos hemisferios cerebrales; Centra la atención cerebral; Ayuda a la concentración
- Posteriormente se sugiere trabajar una memoria de equivalencias. Para ello el docente prepara equivalencias entre quetzales, euros y dólares; por ejemplo \$2 en un cuadradito y en otro Q16.00 (dependerá del valor que tenga el día de la actividad.) Se sugiere preparar las hojas como la siguiente.

<b>€1</b>	<b>Q10.00</b>
<b>Q16.00</b>	<b>\$2</b>
<b>\$5</b>	<b>Q40.00</b>
<b>€12</b>	<b>Q120</b>

## C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

- En la web se encuentran infinidad de ejercicios de gimnasia cerebral, estos pueden ser utilizados al iniciar la clase y así predisponer al cerebro al aprendizaje.
- Se pueden crear rutinas de gimnasia cerebral semanales, esto coadyuva a la estructura de la clase misma.
- Los mismos estudiantes pueden proponer ejercicios que ellos investiguen, siempre y cuando el docente corrobore su utilidad. Además se estará incentivando el espíritu investigativo en los estudiantes.



**IDEA DEL NEUROAPRENDIZAJE:** El Cerebro y el aprendizaje



**COMPETENCIA:** Aplica la información que obtiene de diferentes elementos y fenómenos que ocurren en su contexto social, cultural y natural y la expresa en forma gráfica y simbólica.



**CONTENIDOS:** Presentación e interpretación de gráficas de barras, circular, poligonal o lineal. Cálculo de moda y promedio aritmético de datos no agrupados (20 datos como máximo)

### A. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA:

El ser humano está dotado, no solamente de habilidades cognitivas, sino también de habilidades emocionales, sociales, morales, físicas y espirituales, todas ellas provenientes del más noble órgano de su cuerpo: el cerebro. En el cerebro encontramos la respuesta para la transformación y es en él donde ocurrirá la transformación: en el cerebro del maestro y en el cerebro del alumno. Por ello es importante reconocer que el cerebro es poderoso en captar el aprendizaje de diferentes maneras (estilos de aprendizaje), por diferentes vías (inteligencias múltiples), ya que esta naturalmente diseñado para aprender. Por último tomar en cuenta que el cerebro aprende a través de patrones, los detecta, aprende y encuentra sentido para utilizarlos siempre y cuando vea la necesidad. (Campos, 2010)

### B. ACTIVIDAD MODELO

1. Los estudiantes se organizan en grupos, luego realizarán una encuesta con relación a un tema que deseen preguntar.
2. Se les pide que presenten los resultados en gráficas de barra, lineales y circulares.
3. Posteriormente se les pide que expongan los resultados.

### **C. SUGERENCIAS METODOLÓGICAS**

1. Se sugiere realizar actividades que impliquen la utilización de inteligencias múltiples, así como diferentes estilos de aprendizaje.
2. Con los contenidos de estadística se utilizan diferentes estrategias como: verbal lingüística –al redactar las conclusiones y exponer los resultados-; lógico matemática –al realizar conteo-; inteligencia espacial –al distribuir los espacios correspondientes en el cartel-; inteligencia interpersonal –al realizar las encuestas a otros estudiantes-.
3. Si se cuenta con el tiempo suficiente se pueden realizar actividades en grupos, en pareja e individual, para que los estudiantes tengan la oportunidad de desarrollar las habilidades a partir de diferentes experiencias.

## Bibliografía

Bravo, J. A. (2007). *Avances Neurocientíficos: prácticas para el aprendizaje de la matemática*. Monterrey: Forum Universal de las Culturas.

Bravo, J. A. (2010). *Neurociencias y Enseñanza de la Matemática*. Madrid: Universidad Complutense.

Campos, A. L. (2010). *NEUROEDUCACIÓN: UNIENDO LAS NEUROCIENCIAS Y LA EDUCACIÓN EN LA BUSQUEDA DEL DESARROLLO HUMANO*. Organización de los Estados Americanos: La educación-Revista digital.

Cruz, M. (2006). *La enseñanza de la matemática a través de la resolución de problemas*. La Habana: Educación Cubana.

Franco, C. O. (2010). *Neurofisiología del aprendizaje y la memoria. Plasticidad neuronal*. Panamá: Departamento de Anatomía.

García, F. C. (s/a). *La plasticidad cerebral y el aprendizaje*. Huelva, España: Universidad el Carmen.

García, E. G. (2008). *NEUROPSICOLOGÍA Y EDUCACIÓN. De las neuronas espejo a la teoría de la mente*. Madrid: Universidad Complutense.

Guillén, J. (04 de octubre de 2012). *Escuela con cerebro*. Recuperado el julio de 2016, de Neuroplasticidad, un nuevo paradigma para la educación: <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2012/10/04/neuroplasticidad-un-nuevo-paradigma-para-la-educacion/>

Gudiño, M. R. (2009). *De la enseñanza basada en procesos mentales al neuroaprendizaje: evidencias biológicas*. Venezuela: Universidad José Antonio Páez.

Ibarra, L. M. (1997). *Aprende mejor con gimnasia cerebral*. México: GARNIK EDICIONES.

Lopez-Rodriguez, L. W. (s.f.). *Donald Olding Hebb y su aportación a las Neurociencias*. Asociación Educar para el Desarrollo Humano.

Monroy, Marisol (2016), *Ilustración*. Guatemala.