

# Neurociencia y Aprendizaje

## El aprendizaje matemático desde la neurociencia

De: Campanario José, Duhalde Santina, Frieria Julieta, Gerez Matías, Segovia Diego y Velazquez Camila

5ºA Colegio San José.

17/11/2020

### Resumen:

En este trabajo nuestro objetivo es demostrar el neuroaprendizaje en el área de las matemáticas. Se presenta esta nueva ciencia, la cual no se había pensado antes y que ahora se visualiza con mayor profundidad, en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de las matemáticas. Se le da un gran énfasis a la figura del maestro y a cómo este, al tener un conocimiento bien formado de la manera que aprende el estudiante, puede realizar mejor su labor como docente.

En conclusión La neurociencia ha demostrado que la plasticidad cerebral permite modificar las conexiones neuronales y que se produzcan cambios estructurales en el cerebro por medio del entrenamiento, lo que genera que tanto el alumno como el docente, aprendan a manejarse más con el cerebro y conozcan más del mismo. Por ello, son muchas las instituciones educativas que proclaman la necesidad de incorporarla a la escuela. Una solución para el aprendizaje de matemáticas a través de la neurociencia.

### Introducción:

Desde hace siglos sabemos que en el cerebro se produce la acción intelectual. Según la teoría del localizacionismo cerebral, la actividad matemática se presenta, en mayor medida, en el lóbulo frontal y parietal del cerebro. La memoria es el proceso por el que el conocimiento es Codificado, Almacenado, Consolidado y Recuperado. También sabemos que la neurociencia es una disciplina que involucra tanto a la biología del sistema nervioso, como a las ciencias Humanas, Sociales y Exactas, que en conjunto representan la posibilidad de contribuir al Bienestar Humano por medio de mejoras en la calidad de vida durante todo el ciclo vital. Además podemos explicar que el aprendizaje se puede definir como un cambio relativamente permanente en el comportamiento, que refleja la adquisición de

conocimientos o habilidades a través de la experiencia, y que pueden incluir el estudio, la instrucción, la observación o la práctica. Por lo tanto aprendizaje es tan importante y tan central en la vida que por eso se vuelve primordial tratar de comprender qué es, cómo se produce y cómo se pueden mejorar los procesos, en lo individual y en lo social. Gracias al avance de la ciencia, hoy sabemos que, en su desarrollo, nuestro cerebro se va esculpiendo, es decir, va cambiando tanto su estructura como su funcionamiento.

El matemático trabaja a partir de definiciones y axiomas y llega a verdades. No obstante podemos interactuar con el mundo físico mediante el conocimiento que acumulamos por la actividad matemática. Esta interacción del conocimiento matemático con otras realidades, se considera como un proceso de matematización. La matemática es una actividad mental, independiente de la experiencia.

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. En esta investigación vamos a utilizar técnicas modernas de visualización cerebral que nos permiten observar las regiones más activas en la resolución de problemas matemáticos, principalmente numéricos, y así poder llegar a entender el funcionamiento de nuestro cerebro.

#### Desarrollo:

Aprender es un proceso por el cual adquirimos una determinada información y la almacenamos para poder usarla cuando nos haga falta. La Neurociencia Aplicada a la Educación nos dice que hay dos tipos de aprendizajes: uno de corta y otro de larga duración.

El primer modelo se usa para cosas como la lista de la compra, tareas para hoy y cosas que no necesitan estar recordándose continuamente. El segundo modelo nos sirve para memorizar conocimientos que vayamos a utilizar habitualmente.

Muchas veces se estudia y se almacenan las cosas en la memoria a corto plazo arriesgándonos a olvidarlo todo en el peor momento. ¿Por qué retenemos muchas veces lo estudiado en la memoria a corto plazo? Pues porque lo dejamos todo para el último instante; de esta forma le estamos mandando una orden errónea a nuestro cerebro haciéndole creer que lo que se almacena no tiene la importancia que realmente tiene. Ponemos a la misma altura la lista de la compra y un examen de matemáticas. Sin embargo, cuando estudiamos de forma continuada las conexiones neuronales se fortalecen y el estrés mental es menor. Lo que se consolida poco a poco es más duradero y así el cuerpo está más relajado a la hora de asimilar

nuevos contenidos. Por eso las horas de sueño también son fundamentales para empollar y no exponerse a olvidarlo todo el día del examen, o en otras palabras, que la cama es para descansar. Sin embargo no todo el mundo es igual y algunas personas tienen más facilidad para asimilar conceptos en menos tiempo. La inteligencia no se mide por los records de memorización in extremis sino por conocer los propios límites y saber usarlos en nuestro propio beneficio.

La neurología –tradicionalmente ocupada en resolver problemas de salud clínicos- está aportando datos relevantes para la educación y el aprendizaje. El aprendizaje cambia la estructura física del cerebro, es decir, que se fortalece con el ejercicio mental. Aún más, estudiar organiza y reorganiza la mente, o mejor dicho, que el ejercicio mental cambia nuestro modo de percibir y comprender la realidad. También se observa que los genes, el desarrollo particular de cada uno y la experiencia adquirida modifican nuestra capacidad neuronal.

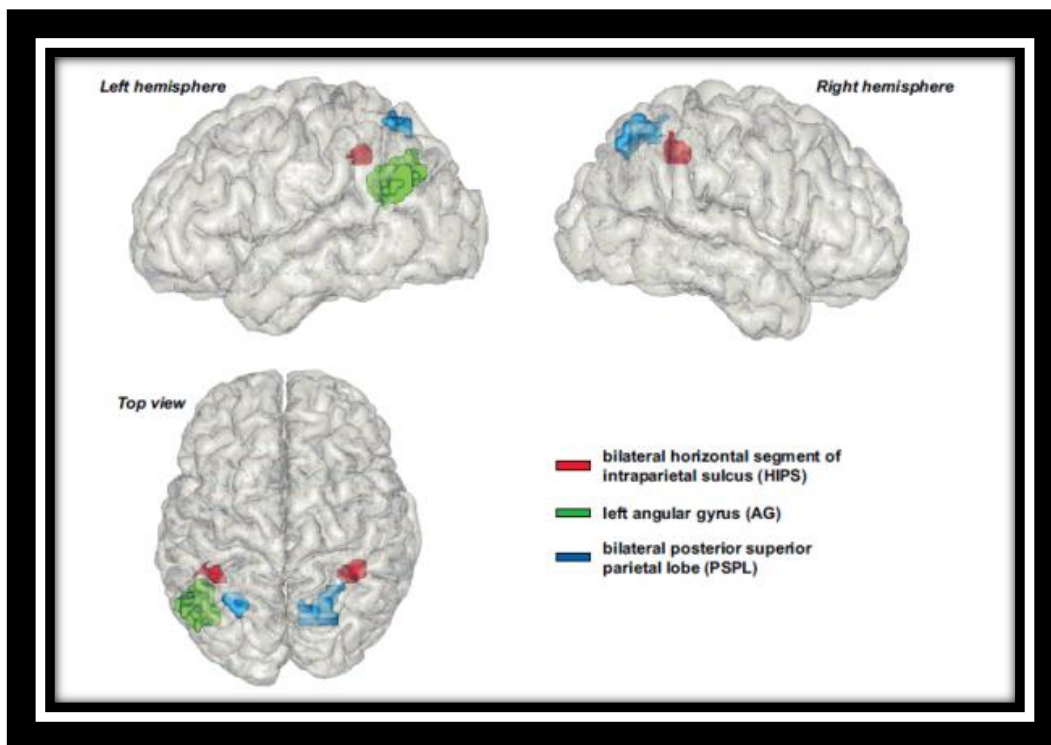
A continuación, reflexionamos sobre algunos factores críticos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

### *¿CÓMO FUNCIONA NUESTRO CEREBRO?*

#### El cerebro matemático

Diversos experimentos muestran una gran activación de los lóbulos frontal y parietal en la resolución de problemas. La información numérica puede ser procesada en el cerebro mediante tres sistemas diferentes, cada uno de ellos asociado con tres regiones del lóbulo parietal:

1. Sistema verbal en el que los números se representan mediante palabras. Por ejemplo, cuarenta y tres. Se activa el giro angular izquierdo que interviene en los cálculos exactos.
2. Sistema visual en el que los números se representan según una asociación de números arábigos conocidos. Por ejemplo, 43. Se activa un sistema superior posterior parietal relacionado con la atención.
3. Sistema cuantitativo no verbal en el que podemos establecer los valores de los números. Por ejemplo, entendemos el significado del número cuarenta y tres generado por cuatro decenas y tres unidades. En este sistema participa la región más activa e importante en la resolución de problemas numéricos, el segmento horizontal del surco intraparietal (HIPS). Su activación aumenta más cuando se hace una estimación de un resultado aproximado que no cuando realizamos un cálculo exacto. En la aproximación, aunque se activan los dos hemisferios cerebrales, existe una cierta preferencia por el derecho.

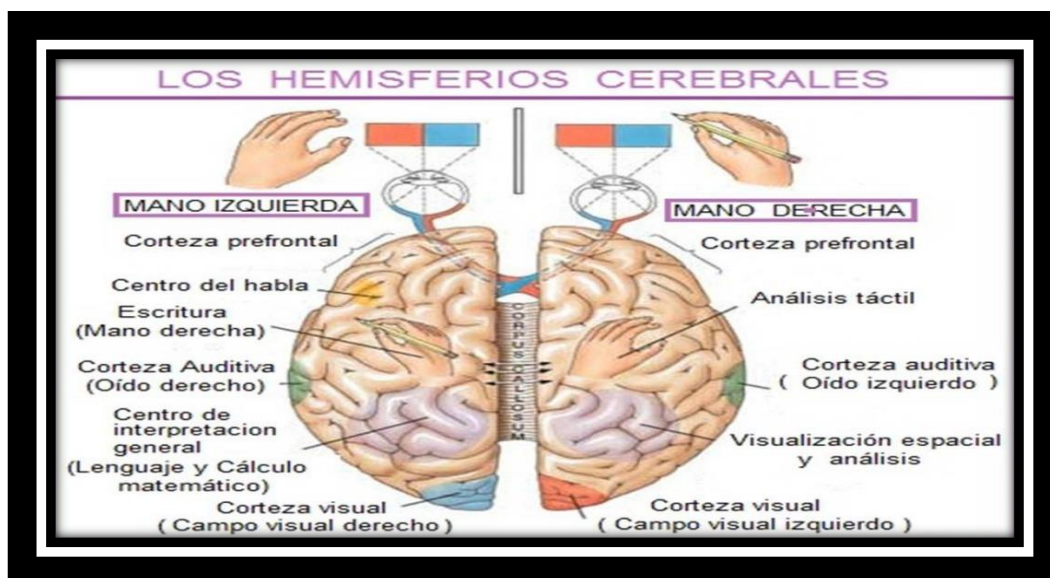
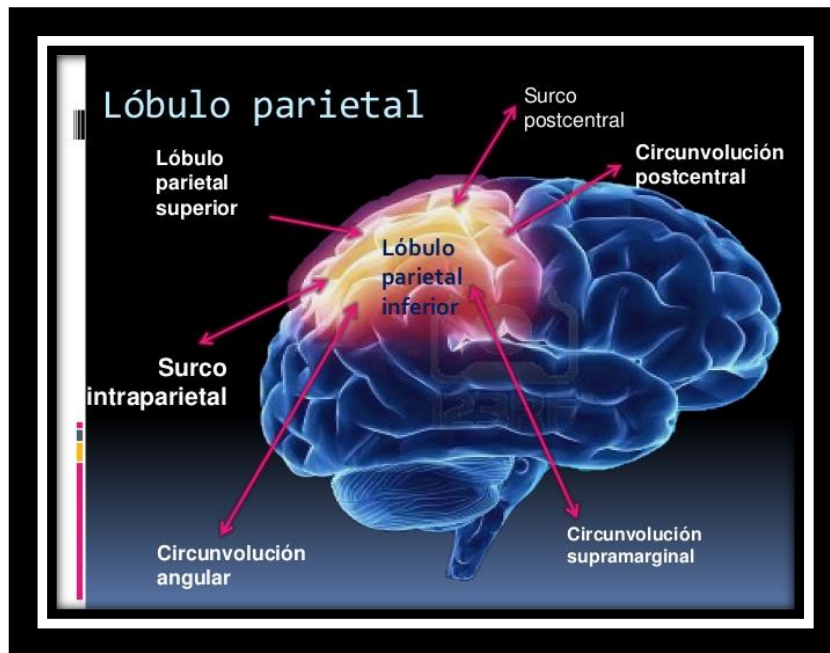


Representación tridimensional de las tres regiones del lóbulo parietal que intervienen en los procesamiento numéricos (en verde el giro angular izquierdo y en rojo el surco intraparietal). El lóbulo parietal es muy importante en la vida cotidiana porque facilita la representación espacial.

En las multiplicaciones (sabemos que los niños aprenden de memoria las tablas de multiplicar) se activa el giro angular izquierdo que pertenece al sistema verbal, es decir, son codificadas verbalmente. Sin embargo, al hacer comparaciones o estimaciones se activa el surco intraparietal porque no necesitamos convertir los números en palabras, es decir, son independientes del lenguaje. El hemisferio izquierdo calcula (recordemos que en la mayoría de personas, al ser diestras, el lenguaje reside en el hemisferio izquierdo) mientras que el hemisferio derecho hace estimaciones.

En relación a la función que desempeña el lóbulo parietal en la representación espacial, hemos escuchado a matemáticos explicar la utilización de imágenes mentales en la resolución repentina de problemas. Esto guarda relación directa con el concepto de "insight" (la esencia que nos permite encontrar la solución a un problema. Un camino, un dato que nos sugiere como resolver cualquier ecuación por compleja que sea. Un insight no es la solución, es simplemente el punto que nos lleva al camino de esa solución), que hace referencia a la capacidad de comprender la estructura interna de un

problema que, muchas veces, aparece de forma imprevisible. La comprensión de los mecanismos inconscientes que facilitan este tipo de resoluciones tendrá enormes implicaciones en la forma de enseñar, aunque lo que ya conocemos es que para que se produzca el "insight" se requiere un estado de relajación cerebral. Una razón más para facilitar los estados exentos de estrés en los entornos educativos.



¿QUÉ HEMOS APRENDIDO DEL CEREBRO?

1. Adecuar los estilos de enseñanza a los diversos estilos de aprendizaje en relación con la madurez y desarrollo cerebral de los estudiantes.
2. El cerebro es capaz de modificar su estructura y funcionamiento.

3. Las emociones generan un impacto en el aprendizaje.
4. Los niveles altos de estrés pueden interferir en el proceso de aprendizaje.

Entonces el aprendizaje es el proceso de creación y recreación del conocimiento. La información sensorial se transforma en conocimiento. El aprendizaje es y debe ser experimental, es un proceso holístico de adaptación por el cual el conocimiento resulta de la combinación de la captura y la transformación de la experiencia.

### **Etapas del aprendizaje matemático (re-visitando Piaget).**

Debemos aprovechar el sentido numérico innato para ir desarrollando un conocimiento matemático más desarrollado. Este conocimiento inicial podríamos equipararlo a la importancia de trabajar conciencia fonológica para el proceso de lecto-escritura.

Sousa (2008) identifica cinco niveles de comprensión del sentido numérico que permiten al niño ir mejorando el conocimiento matemático.

- Etapa 1. El niño NO ha desarrollado el sentido numérico más allá de sus conocimientos innatos, por tanto muestra dificultades en entender las comparaciones entre cantidades y los términos del tipo "más que/menos que" ó "mayor/menor".
- Etapa 2. Empieza a adquirir el sentido numérico que le permitirá entender conceptos como "muchos" "tres"; pero NO conceptos como "más que" ó "menos que".
- Etapa 3. Comprende plenamente el significado de conceptos como "más que" o "menos que" y puede utilizar los dedos para contar de uno en uno. Puede equivocarse en tareas que aparezcan números más grandes que el cinco.
- Etapa 4. Puede contar sin necesidad de dedos y empieza a entender la realidad conceptual de los números.
- Etapa 5. Es capaz de recordar estrategias para resolver problemas porque empieza a automatizar operaciones aritméticas de las sumas y comienza a entender conceptos básicos de las restas.

### **Algunos factores críticos en la enseñanza de las matemáticas**

#### *1. Creencias previas y factores emocionales*

Comentarios típicos como "nunca entendí las matemáticas" o "no se me dan bien las matemáticas" se han asentado, progresivamente, en la mente de

muchos alumnos y recalcan la importancia que tienen las creencias previas y la inteligencia emocional en el aprendizaje.

Fomentar un clima educativo que favorezca las emociones positivas (facilitando factores como el optimismo o la resiliencia), en detrimento de las negativas, es tan importante o más que la aportación de contenidos puramente académicos.

La pedagogía utilizada en la fase inicial del aprendizaje de las matemáticas incide directamente en la motivación del alumno. El rechazo inicial provocado en muchos niños guarda una relación directa, en numerosas ocasiones, con una enseñanza basada en infinidad de cálculos mecánicos que coartan el proceso intelectual creativo del alumno y en una representación de la terminología incomprensible para él.

## *2. El papel del profesor*

Ya hemos comentado que diferentes estudios parecen demostrar que los seres humanos nacemos con un sentido numérico innato. Según Dehaene<sup>4</sup> y Butterworth<sup>5</sup>, dos de los grandes expertos mundiales en el estudio de las matemáticas y el cerebro, la escuela obstaculiza este desarrollo facilitado, inicialmente, por factores genéticos. Dehaene cree que la construcción de los conceptos abstractos ha de iniciarse con la formulación de ejemplos concretos, con la finalidad de estimular el desarrollo del razonamiento intuitivo del niño. Además, la interacción con la mente del alumno requiere la manipulación de materiales y actividades lúdicas.

Ejemplo: La utilización de algunos juegos de mesa puede ser de gran utilidad. En concreto, se ha demostrado que el aprendizaje del ajedrez puede mejorar el cálculo mental, el razonamiento intuitivo, la memoria, la capacidad de abstracción o la concentración.

La recomendación de facilitar el desarrollo intuitivo guarda relación directa con el concepto del “insight” en el que la intuición y los mecanismos de resolución inconscientes desempeñan un papel fundamental (ver artículo anterior, *educacion-del-inconsciente*). El excesivo énfasis en conceptos abstractos, sin utilidad práctica aparente, y la memorización rutinaria de algoritmos perjudica la evolución y motivación del alumno.

Ejemplo: Si pedimos a niños de seis y diez años de edad que nos calculen la sencilla operación  $6 + 4 - 4$  podemos comprobar que, a menudo, los niños de seis años responden 6 sin necesidad de realizar cálculo alguno. Sin embargo los niños de diez años, que son más expertos, pueden realizar el cálculo en su hoja ( $6 + 4 = 10$  y luego  $10 - 4 = 6$ ).

Por otra parte, los docentes hemos de intentar presentar contenidos abiertos que faciliten el establecimiento de relaciones y la generación de ideas; así como guiar el proceso de evolución del alumno poniendo a su disposición mecanismos de autocorrección que les permitan ser conscientes de sus razonamientos acertados o no. “¿Qué piensas sobre...?” Los docentes deberíamos facilitar procesos de resolución alternativos que fomenten los razonamientos creativos.

“¿Y esto para qué sirve?” Uno de los grandes problemas de la enseñanza de las matemáticas (podemos generalizar a todas las materias) está asociado a la impartición de contenidos académicos exentos de toda utilidad y aplicación práctica.

Una simple explicación puede facilitar el proceso de atención. Además, sabemos que el funcionamiento de la memoria de trabajo está limitado por la atención que prestamos a los objetos.

Ejemplo: En dos ecuaciones formalmente idénticas como las siguientes, en la segunda se cometen más errores porque aumenta la carga de la memoria de trabajo en las fracciones:

$$x + 6 = 9 \rightarrow x = 9 + 6$$

$$x + 6/5 = 9/4 \rightarrow x = 9/4 + 6/5$$

Un ejemplo que demuestra la importancia del análisis de los errores cometidos.

### Conclusión:

Con respecto al tema trabajado, pudimos llegar a la conclusión de que la concentración del conocimiento matemático en nuestro cerebro, es muy compleja, ya que contiene diferentes circuitos que pueden llegar a funcionar de manera totalmente autónoma. Es cierto también que los tantos campos de estudio matemático existentes, requieren de diferentes y puntuales enfoques para ser analizados, en cuanto a la práctica de estos se refiere. Para el proceso de aprendizaje, es necesario el funcionamiento de diversas áreas cerebrales, las cuales diversifican las estrategias pedagógicas. Es claro que a pesar de las dificultades, el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas irá variando o mutando constantemente, y a pesar de la dificultad de los contenidos por aprender, siempre es necesario volver a las bases para comprender las demás cosas.

### Referencias:

- <https://cuentosparacrecer.org/blog/el-aprendizaje-matematico-desde-la-neurociencia/>
- <https://escuelaconcerebro.wordpress.com/2012/03/20/matematicas-y-neurociencia/>



- <https://brs.cl/seminario/2017/presentacionesExpositores/CarlaSalgado.pdf>
- <https://yaq.es/breves/neurociencia-y-aprendizaje#:~:text=Aprender%20es%20un%20proceso%20por,y%20otro%20de%20larga%20duraci%C3%B3n.>