

"2020. Año de Laura Méndez de Cuenca; Emblema de la mujer mexiquense"

ESCUELA NORMAL DE ZUMPANGO



“EL DESARROLLO DE LA INTELIGENCIA LÓGICO MATEMÁTICA BASADA EN NEUROEDUCACIÓN. UN ESTUDIO DE CASO CON ESTUDIANTES DESTACADOS DE PRIMER GRADO”

TESIS DE INVESTIGACION

QUE PARA SUSTENTAR EXAMEN PROFESIONAL Y OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN EDUCACION PRIMARIA

PRESENTA:

JOSÉ CARLOS HERNÁNDEZ REYES

ASESOR:

DR. VICTOR AMBROSIO ESPINOZA CHAVEZ

ZUMPANGO, 2020

SECRETARIA DE EDUCACION
SUBSECRETARIA DE EDUCACION BASICA Y NORMAL
DIRECCION GENERAL DE EDUCACION NORMAL Y FORTALECIMIENTO PROFESIONAL
SUBDIRECCION DE EDUCACION NORMAL
ESCUELA NORMAL DE ZUMPANGO

CALLE BRAVO No. 5 Bo. SAN LORENZO ZUMPANGO, ESTADO DE MEXICO. CP 55600

TELS. (01 591) 91 7-02-02

enor_zump@yahoo.com.mx



Índice

Introducción	4
Capítulo I Protocolo de investigación	7
Planteamiento del problema.....	8
Objetivos.....	12
Tesis.....	12
Justificación.....	13
Delimitación del problema	15
Un acercamiento a las bases teóricas de la neurociencia y la inteligencia matemática.....	16
Primer elemento: ¿Qué son las neurociencias?	16
Neuroeducación un término desconocido para algunos educadores.....	17
Un cerebro, dos condiciones.....	18
¿Qué es inteligencia?.....	20
La inteligencia en las matemáticas	21
Las distinciones entre pensamiento e inteligencia de las matemáticas.....	22
Propuesta metodológica	23
Capítulo II Aportes, posturas y definiciones; el cerebro y las matemáticas ...	26
El origen de todo lo posible	27
¿Cómo entender al cerebro? Hallazgos generales de las neurociencias	34
Una ciencia con fines educativos llamada neuroeducación.....	37
Un paso entre el pensamiento y la acción llamado inteligencia.....	43
La eventualidad de la inteligencia matemática.....	46
Capítulo III Situaciones en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de primer grado	52
La actividad puntual de las operaciones básicas.....	53
Los cerebros que suman y restan	54
Competencias y capacidades matemáticas en los estudiantes de primer grado	60
Prueba de competencias matemáticas	61
Criterios para la evaluación de la prueba matemática.....	68

Aplicación y resultados: Un inesperado ambiente de investigación	69
Capacidades y procedimientos del pensamiento matemático en situaciones problemáticas.....	73
La mente matemática de los estudiantes de primer grado	77
Debates, ideas y conclusiones	82
Alcances generales de la investigación.....	82
Revelaciones y aportaciones	83
Retos para el futuro	85
Referencias.....	86
Anexos	90

Introducción

Todos tenemos la oportunidad de aprender mejor, si descubrimos como funciona nuestro cerebro. JC

El eje principal de este trabajo de investigación se refiere al estudio de la neuroeducación en relación con el desarrollo cognitivo y de la inteligencia lógico matemática, siguiendo el caso de los estudiantes de primer grado de nivel primaria que presentan altas capacidades cognitivas en el aprendizaje; asumiendo como objetivo en general: Argumentar el desarrollo de este tipo de inteligencia en base a las investigaciones en neurociencias, a través del estudio de situaciones en el aprendizaje relacionadas con el pensamiento matemático.

Situación que se deriva de problemáticas vigentes que se abordan en el desarrollo de este estudio. Una de ellas se relaciona con el ausentismo de la neuroeducación como herramienta en las metodologías de aprendizaje utilizadas para desarrollar habilidades matemáticas en los estudiantes, es decir: se propone investigar los aportes vigentes de la neurociencia que contribuyen al desarrollo de la inteligencia lógica matemática.

También se mencionan algunos paradigmas existentes y sentimientos negativos presentes en algunos estudiantes ante las dificultades que presenta esta asignatura, hecho que nos permite realizar un nuevo planteamiento: más allá de descubrir lo que ocurre con los estudiantes a los que se les dificulta el aprendizaje en esta rama, empezamos a cuestionarnos sobre aquellos quienes desarrollan de manera más efectiva las habilidades de inteligencia matemática. Este planteamiento se vuelve prioritario en esta investigación.

De lo anterior se plantea a manera de problemática, un bajo seguimiento por parte de los docentes e investigadores hacia los estudiantes que presentan mayor habilidad en las matemáticas, por lo que en este estudio se intenta revelar: ¿Cómo puede favorecer la investigación de los estudiantes con mayor inteligencia matemática, en los procesos de desarrollo de aquellos a los que se les dificulta? razón por la cual estos sujetos se vuelven sustanciales en este estudio.

Analizar la habilidad matemática de estos alumnos bajo un enfoque basado en neurociencia, nos llevó a descubrir aportes notables de diversos investigadores que han analizado el funcionamiento cerebral en procesos de aprendizaje, específicamente en el desarrollo esta inteligencia durante la infancia, con ello se plantean futuras interrogantes que nos llevan a pensar en una posible y vigente transformación ¿cómo desarrollar una innovación en la pedagogía y la labor docente a través del conocimiento de los procesos cerebrales en el aprendizaje? Este futuro planeamiento puede ser un verdadero desafío para los nuevos docentes.

Por lo anterior, el sustento teórico de esta investigación se compone del análisis de las características del cerebro y su funcionamiento en situaciones de aprendizaje, los hallazgos vigentes de las neurociencias en función de la educación, así como las teorías que exponen al pensamiento matemático como un tipo de inteligencia, su desarrollo en la infancia y durante los primeros años en la escuela.

Para desarrollar este estudio se dio seguimiento a una metodología empleada desde dos enfoques, el cualitativo a través de: el estudio de casos, con el diseño de entrevistas dirigidas a investigadores en neuroeducación, así como el seguimiento investigaciones vigentes de este campo de estudio; la observación participante, recolectando información en el aula a través del diario del docente, los registros anecdóticos y la fotografía.

La investigación cuantitativa se retoma al analizar datos numéricos de las observaciones, así como el análisis de los resultados derivados de la aplicación de pruebas de competencias matemáticas y actividades de los estudiantes, con el objetivo de además de identificar los hallazgos de la neurociencia en relación al aprendizaje, comprender desde esta rama científica la inteligencia lógico matemática en los estudiantes destacados de primer grado.

Lo anterior captura el contenido de este trabajo y se estructura en tres capítulos; en el capítulo primero se expone el planteamiento del problema; en dónde situamos las principales incógnitas que se debaten en cada sección de la tesis, se expone la relevancia y pertinencia de los propósitos de este trabajo, así como el objetivo general de investigación, los objetivos específicos, la tesis que sostiene

este estudio, concluyendo con un acercamiento teórico sobre el surgimiento de las neurociencias, la neuroeducación, así como los conceptos principales en el ámbito de la inteligencia matemática. Por último, se expone la propuesta metodológica en donde se describen los enfoques, métodos, técnicas y estrategias utilizadas para el desarrollo de esta investigación.

En el segundo capítulo se presentan las teorías que fundamentan las bases de este estudio, con la finalidad de comprender y profundizar en la estructura cerebral que interviene en los procesos de cognición, los hallazgos de neurocientíficos que aportan conocimientos a los procesos del aprendizaje específicamente de las matemáticas, de manera conjunta se plantea una discusión retomando las posturas de los autores en relación a los descubrimientos de la neuroeducación que pueden contribuir a desarrollar de manera eficaz esta inteligencia en la infancia.

Para finalizar en el tercer capítulo se presenta el análisis detallado de la información obtenida a través de cada uno de los enfoques y métodos empleados: el seguimiento del estudio de caso de los estudiantes con mayores habilidades matemáticas, se presenta el desarrollo de una prueba de habilidades matemáticas explicando los procesos cerebrales que se ponen en práctica durante su resolución, el análisis del pensamiento matemático en situaciones problemáticas así como en la resolución de operaciones de adición y sustracción.

Se realiza un contraste del análisis de la información teórica de las neurociencias en las matemáticas, se resumen los hallazgos, la evaluación de los resultados obtenidos, concluyendo con las aportaciones y alcances de la investigación que lleva por nombre: “El desarrollo de la inteligencia lógica matemática basada en la Neuroeducación. Un estudio de caso con estudiantes destacados de primer grado”

Capítulo I

Protocolo de investigación

Planteamiento del problema

En los últimos veinticinco años ha aumentado considerablemente el interés por conocer los procesos cerebrales del ser humano en todas las actividades que realiza, los aportes de diversas investigaciones neuronales se transponen al campo de conocimiento que intenta comprender las funciones y cambios en el cerebro. El objetivo de algunos investigadores como Mora (2017). *“Neuroeducación: sólo se puede aprender aquello que se ama”* y Forés (2009). *“Descubrir la neurodidáctica: aprender desde, en y para la vida.”* Ha sido analizar los estudios neurológicos para relacionarlos con los estímulos que se aplican para generar aprendizajes o desarrollar habilidades en los estudiantes como: el arte, la música, las ciencias y las peculiares matemáticas.

Los descubrimientos que han surgido en esta vigente rama científica plantean nuevos e interesantes desafíos para los educadores, maestros, maestras, e incluso para los diseñadores de los programas de estudio, las problemáticas relacionadas con el aprendizaje exigen la búsqueda de resultados e innovación en las alternativas que se plantean para intervenir en los problemas que surgen en las escuelas, con la finalidad de mejorar las condiciones educativas, y es justamente en el cerebro donde es posible encontrar una transformación.

Los docentes son agentes responsables de aplicar los conocimientos teóricos y metodológicos que poseen, con el objetivo de crear y transmitir aprendizajes en los alumnos de los diferentes niveles educativos, ellos son, quienes interactúan día a día con los cerebros de cada alumno a través de diferentes formas de estimulación, sin embargo, no todos están conscientes del impacto que causan en cada uno de esos cerebros.

Es evidente que en todas las escuelas existen alumnos a los que se les dificulta el estudio de las matemáticas y conforme avanzan a un diferente grado académico permea esta situación; en este sentido, ¿Qué ocurre en el cerebro de los estudiantes a los que se les dificulta el estudio de las matemáticas? Si bien las investigaciones que se presentan más adelante nos ayudan a comprender estos cuestionamientos en este estudio se hace énfasis a lo siguiente:

Existen aquellos estudiantes a los que se les facilita el aprendizaje de esta asignatura, e incluso desarrollan rápidamente habilidades de pensamiento más complejas como: el cálculo mental, lo preocupante en este caso es que estos sujetos dejen de ser motivo de atención para los maestros, e investigadores; debido a la constante búsqueda de respuesta o atención a las problemáticas de aprendizaje de otros alumnos, hecho que nos motiva a convertir a estos estudiantes en el centro de esta investigación.

En este aspecto: ¿Qué características cognitivas poseen los estudiantes a los que se les facilita esta asignatura?, ¿Qué procesos cerebrales ocurren en ellos, para el desarrollo eficaz de la inteligencia lógica matemática? Estas incógnitas dan sentido a este trabajo, y a su vez, se transponen a una manera de descubrir aquellos procesos que podrían estar ausentes en los estudiantes que presentan dificultades en el desarrollo de este tipo de inteligencia.

En la actualidad es común encontrarse con docentes que siguen arraigados al conductismo, dando más importancia a la mecanización extrema que a los aspectos facilitadores de un proceso intelectual creativo. “Lo ortodoxo no está en la matemática, sino en el cómo pensamos para desarrollar la capacidad matemática en el cerebro” (Bravo, 2010). Lo alarmante es, que esta capacidad con auténticas posibilidades de desarrollo, se quede oculta para siempre por paradigmas que personalmente he escuchado durante el trayecto de práctica docente; ideas que exponen pensamientos y sentimientos negativos como: “a mí se me dan mal las matemáticas”, “yo nunca las entendí”, “ya me dijeron que son lo mío”, “son difíciles y aburridas”.

Si comenzamos analizar desde el interior, para Bravo la emoción positiva genera químicos que facilitan la transmisión de impulsos; querer saber y sentirse bien aprendiendo, se convierten en tareas fundamentales que la escuela debe poner a disposición del alumno, debido a que los pensamientos negativos generan químicos que bloquean la conexión entre los neurotransmisores, cuando el cerebro entra en un estado de inseguridad producido por una sensación incomoda o negativa estará en alerta absoluta, en una clase de matemáticas incómoda y llena

de tensión el cerebro estará siempre a la expectativa para el ataque o la huida sin dejar paso al cerebro reflexivo, por lo cual no se genera el aprendizaje, este se genera solo cuando el sujeto se encuentra arropado por un estado de comodidad, entendido como la necesidad de sentirse bien y estar seguro. (2010, p.6).

En este sentido resultaría sustancial investigar ¿Cómo generar emociones positivas que estimulen el cerebro para generar un aprendizaje matemático? Si bien las emociones no son el único elemento que interviene es importante reconocer su impacto en el aprendizaje, la preocupación sobre lo que se aprende parte de la comprensión y correcto entendimiento de lo estudiado, sin embargo, no todas las variables del aprendizaje dependen del docente, debido a que gran parte del desarrollo y estímulo cerebral se produce según Gardner (1999) en los primeros años de vida.

Investigaciones en neuroeducación exponen que ante las situaciones novedosas el cerebro suele responder con un alto grado de motivación e interés: los comienzos de una etapa escolar, la iniciación de un tema, los primeros pasos de una asignatura, la utilización de un recurso o material; la didáctica empleada en estos comienzos es una variable que incide en el aspecto motivacional de la posición de partida, puede: aumentarla, mantenerla o disminuirla. (Mora, 2017).

Bravo expone que el cerebro guarda en la memoria con extrema fijación sentimientos generados por una emoción, “toma la decisión de aceptación, rechazo al tema, o experiencia iniciada, repercutiendo considerablemente en los posteriores aprendizajes que se relacionan con los ya conocidos” (2010, p.7). Resulta difícil comprender el hecho de que los docentes no se formen bajo un enfoque neuroeducativo, si bien la labor docente no se especializa en el campo científico, los estudios y aportaciones de los avances neurocientíficos aportan a las consideraciones pedagógicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de la actividad neuronal, es decir, para saber cómo se enseña hay que saber cómo aprende nuestro cerebro.

Todos por naturaleza buscamos aprender; el cerebro es un órgano incansable en la búsqueda de respuestas. Sin embargo, se dice en las escuelas

que existen niños que “no quieren aprender”; esta afirmación resulta contradictoria si pensamos en que la obligación de los actores educativos es abrir investigaciones para buscar las razones por la que este tipo de ideas se ponen de manifiesto, y si sobre ello ya existieran investigaciones con resultados concluyentes, aún están ausentes en los currículos vigentes.

Cada estudiante tiene así mismo la necesidad de aprender y desarrollar habilidades matemáticas, si damos seguimiento al caso de los estudiantes destacados, los retos actuales permiten a los docentes preguntarse ¿Cómo contribuir y fortalecer la inteligencia lógica matemática de los estudiantes de alto desempeño académico?...

Uno de los aspectos comunes del accionar humano llamado “intuición” lleva a los docentes a elegir ciertas estrategias que cubren con alguna necesidad de tiempo, espacio, o simplemente mantener al estudiante realizando una acción, ahora bien, si los docentes son capaces de mirar hacia las neurociencias podrían preguntarse, ¿el estudio de caso de los estudiantes destacados en matemáticas basado en neuroeducación, contribuye al desarrollo de este tipo de inteligencia?...

Resulta relevante reflexionar sobre la posibilidad de que las problemáticas que surgen en el aprendizaje de las matemáticas no son producto solo de las características del estudiante, sino de un anacrónico proceso de enseñanza y de un incompleto seguimiento de lo que ocurre en los alumnos destacados en las escuelas primarias.

Objetivos

General

Argumentar el desarrollo de la inteligencia lógico matemática en base a las neurociencias ante situaciones de aprendizaje en el primer grado de primaria.

Específicos

- Identificar los hallazgos neuroeducativos en relación con el aprendizaje y desarrollo de la inteligencia lógico matemática.
- Explicar la información teórica de la neuroeducación enfocada a las situaciones de pensamiento matemático en el primer grado de primaria.
- Revisar los procesos de la inteligencia lógico matemática en el caso de los estudiantes destacados de primer grado de educación primaria, bajo un enfoque de las neurociencias.
- Analizar las funciones cerebrales que los estudiantes ponen en práctica durante la resolución de pruebas matemáticas.
- Evaluar la aplicación de la inteligencia lógica matemática en los estudiantes destacados en función de la neuroeducación.

Tesis

Estudiar a los alumnos con altas capacidades en el aprendizaje matemático de primer grado de primaria bajo un enfoque en neurociencia, contribuye a identificar las funciones mentales relacionadas con el desarrollo de la inteligencia lógica matemática.

Justificación

Nos encontramos frente a un gran desafío profesional. Aún en la actualidad la docencia suele percibirse como una profesión conductista, que se fija en las manifestaciones visibles, medibles y manejables de conocimiento más que en los mecanismos y procesos cognitivos. No es posible ir de la Neurociencia a la clase, sin comprender bastante sobre esta rama científica, es necesario iniciar una búsqueda en la enorme base de datos de esta disciplina científica para comprender los aportes que pueden ser aplicables sin abusar o experimentar sin cautela.

El cerebro humano es la estructura más compleja en el universo. Dicta toda la actividad mental desde procesos inconscientes como: respirar, hasta los pensamientos filosóficos más elaborados, además de que contiene billones de neuronas. Por miles de años, la civilización se ha preguntado sobre el origen del pensamiento, la conciencia, la interacción social, la creatividad, la percepción, el libre albedrío y la emoción. Hasta hace algunas décadas, estas preguntas eran abordadas únicamente por filósofos, artistas, líderes religiosos y científicos que trabajaban aisladamente; en los últimos años, las neurociencias emergieron como una nueva herramienta para intentar entender estos enigmas.

Resulta lógico que el impacto de las neurociencias se proyecte en múltiples áreas de relevancia social y en dominios tan diversos. Por ejemplo, la neuroeducación tiene como objetivo el desarrollo de nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje, al combinar la pedagogía, los hallazgos en la neurobiología y las ciencias cognitivas. Se trata así de la suma de esfuerzos entre científicos y educadores para intervenir directamente en el aprendizaje.

Ahora bien, aprender matemáticas implica un esfuerzo continuo que incluye procesos cerebrales simples como atención, memoria, o procesos mentales más complejos como la organización de ideas, la comparación, el análisis, el razonamiento, seguir pasos, cumplir reglas, además de realizar toma de decisiones.

Todos estos procesos son fundamentales en el trabajo matemático; en este esfuerzo cognitivo se presentan cambios en la estructura y en la función cerebral,

que inducen la aparición y la modificación de circuitos cerebrales, esto implica que con la evolución de las matemáticas, el cerebro cambie y con ello también evolucione.

Las matemáticas se han convertido en algo necesario y común para la vida, en este sentido desarrollar y seguir potenciando la inteligencia matemática proporciona beneficios importantes para el pensamiento en todas sus ramas. Los docentes emplean estrategias en las aulas con la finalidad de que el estudiante pueda resolver problemas, sin embargo, existe una característica en la enseñanza de las matemáticas que se ha convertido en un aspecto negativo: una limitación en el pensamiento matemático.

Esta asignatura es conocida como la ciencia “exacta” los profesores suelen limitar a los estudiantes a resolver problemas, calcular cantidades utilizando formulas o métodos específicos y se limitan al “así es como se hace”, aunque existen fórmulas y algoritmos definidos, la inteligencia lógico matemática consiste en poner en práctica el conocimiento o habilidad que el estudiante posee para resolver un problema o hacer un cálculo matemático obteniendo resultados que tengan más allá de resolver, un significado o emoción para el estudiante.

En este sentido desde los aportes de la neuroeducación el docente puede descubrir a través del estudio de los estudiantes con mayores habilidades matemáticas; cómo desarrollar este tipo de inteligencia en todos los estudiantes, así como innovar el conocimiento teórico-científico para vincularlo con estrategias, actividades o acciones que permitan desarrollar la inteligencia lógico matemática en los alumnos. También analizar los resultados, cuando los procesos de aprendizaje se han fundamentado con los recientes hallazgos de la actividad cerebral.

Delimitación del problema

En el presente trabajo de investigación se especifica como eje principal: el estudio del desarrollo de la inteligencia lógico matemática en los estudiantes destacados del primer grado grupo “C” de educación primaria de la escuela: Tierra y Libertad, en función de las neurociencias. El contenido de este trabajo expone el análisis del caso de los estudiantes que presentan un alto desempeño académico en las matemáticas, estudio que se desarrolló a partir del mes de febrero del año 2019 al mes de mayo del 2020.

Un acercamiento a las bases teóricas de la neurociencia y la inteligencia matemática

Primer elemento: ¿Qué son las neurociencias?

El funcionamiento del cerebro es un fenómeno múltiple, puede ser descrito a nivel molecular, celular, organizacional, psicológico y/o social. Las Neurociencias representan la suma de cada uno de esos enfoques. En ese sentido, no se considera como una sola disciplina, por el contrario, para Silva es: el “conjunto de ciencias cuyo sujeto de investigación es el sistema nervioso con particular interés en la actividad del cerebro en relación al aprendizaje y la conducta” (2003, p. 156).

Se hace neurociencia, desde perspectivas totalmente básicas, como la propia de la Biología Molecular y también desde los niveles propios de las Ciencias Sociales. De ahí, que este constructo involucre ciencias tales como: la neuroanatomía, la fisiología, la química, la genética, las imágenes neuronales, la neuropsicología, las ciencias computacionales. Actualmente, en este campo multidisciplinar, trabajan también psicólogos, lingüistas, genetistas, e incluso científicos de la computación, entre otros, lo que permite analizar la actividad cerebral del ser humano desde distintos enfoques, (Silva R. E., 2003).

De acuerdo con Campos (2014) actualmente podemos identificar el fortalecimiento de cuatro distintas ramas de la neurociencia: la cognitiva, la afectiva o emocional, la social y la educativa. A partir de los estudios realizados en cada una de estas ramas, el sistema educativo tiene la posibilidad de transformarse y fortalecerse. Como ejemplo, podemos mencionar los estudios relacionados con la cognición social, el desarrollo cognitivo, los sistemas de memoria, las funciones ejecutivas, la autorregulación emocional o la empatía, todos de alta relevancia para el contexto educativo y el aprendizaje.

Neuroeducación un término desconocido para algunos educadores

Autores como Wolfe (2001) afirman que el descubrimiento más novedoso en educación es la Neurociencia o la investigación del cerebro, un campo que hasta hace poco era extraño para la mayoría de los educadores. ¿Cómo se relaciona el cerebro con el aprendizaje? El profesor Chileno Raúl Salas Silva realizó en uno de sus ensayos la siguiente lista:

1. El aprendizaje cambia la estructura física del cerebro.
2. Esos cambios estructurales alteran la organización funcional del cerebro; en otras palabras, el aprendizaje organiza y reorganiza el cerebro.
3. Diferentes partes del cerebro pueden estar listas para aprender en tiempos diferentes.
4. El cerebro es un órgano dinámico, moldeado en gran parte por la experiencia. La organización funcional del cerebro depende de la experiencia y se beneficia positivamente de ella. (Silva R. E., 2003).

Otros autores como Sylwester (1998) apoyan esta postura al sostener que el cerebro es moldeado por los genes, el desarrollo y la experiencia, pero este moldea las experiencias generadas del entorno. Es así como surge la Neuroeducación, con la finalidad de profundizar en los procesos cognitivos, este campo estudia las relaciones mente-cerebro, analiza los procesos mentales desde un abordaje interdisciplinario.

Las disciplinas que determinan el nacimiento de la Neuroeducación en los últimos diez años, son la Neuroanatomía (Estructura cerebral macro y micro), la Neurofisiología (Funcionamiento cerebral), las Tecnologías de Neuro-imágenes, las Ciencias Cognitivas (Psicología Cognitiva, Teoría de la Información, Teoría de Sistemas), la Etología. (Cumpa, 2004).

De un modo más amplio, esta disciplina se comprende como: el dominio de investigación que intenta estudiar los sistemas inteligentes y la naturaleza de la

inteligencia. Se aproxima al significado simbólico a través de la noción de representación, por medio del cual mantenemos una relación con el mundo, característica propia de los sistemas cognitivos biológicos, especialmente los humanos, estos sistemas de procesamiento de la información y las relaciones representacionales solo pueden ser descubiertas por una investigación cuidadosa y creativa. (Fuenmayor, 2003).

Un cerebro, dos condiciones

Uno de los resultados más relevantes de los trabajos de investigación que se han realizado sobre el cerebro consiste en haber descubierto que sus dos hemisferios difieren significativamente en su funcionamiento. Los resultados de estas investigaciones permitieron conocer muchos aspectos relacionados con el control de la conducta, por ejemplo, que el lado izquierdo del cuerpo está controlado principalmente por el hemisferio derecho, y que el lado derecho está controlado, sobre todo, por el izquierdo.

Los resultados de varios años de investigación aportan que el hemisferio izquierdo presenta una mayor capacidad para procesar información verbal que el hemisferio derecho, no obstante éste último es superior al primero en el manejo de las relaciones espaciales. En resumen, se podría decir que a través de las investigaciones en el área de la neurociencia se ha podido establecer que muchas de las habilidades mentales de aprendizaje específicas son lateralizadas; es decir, son llevadas a cabo, son apoyadas y coordinadas en uno u otro de los dos hemisferios cerebrales.

La capacidad de hablar, escribir, leer y de razonar con números es fundamentalmente una responsabilidad del hemisferio izquierdo en las personas. Mientras que la capacidad para percibir y orientarse en el espacio, trabajar con tareas de geometría, elaboración de mapas mentales y la habilidad para rotar mentalmente formas o figuras son ejecutadas predominantemente por el hemisferio derecho. (Bolívar, 1996).

La diferencia de procesamiento de los dos hemisferios puede ser establecida de la manera siguiente: por una parte, el hemisferio izquierdo procesa

secuencialmente, paso a paso. Este proceso lineal es temporal, en el sentido de reconocer que un estímulo viene antes que otro. La percepción y la generación verbales dependen del conocimiento del orden o secuencia en el que se producen los sonidos. Este tipo de proceso se basa en la operación de análisis. Es decir, en la capacidad para discriminar las características relevantes, para reducir un todo a sus partes significativas.

El hemisferio derecho, por otra parte, parece especializado en el proceso simultáneo o de proceso en paralelo; es decir, no pasa de una característica a otra, sino que busca pautas, integra partes componentes y las organiza en un todo. Se interesa por las relaciones. Este método de procesar tiene plena eficiencia para la mayoría de las tareas visuales y espaciales y para reconocer melodías musicales, puesto que estas tareas requieren que la mente construya una sensación del todo al percibir una pauta en estímulos visuales y auditivos (Alpízar, 2004).

Podemos concluir que existen dos modalidades de pensamiento: una verbal y otra no verbal, representadas por los hemisferios cerebrales izquierdo y derecho respectivamente. Aunque analizamos la posibilidad de que los sistemas educativos de la mayoría de las sociedades tienden a privilegiar el desarrollo del hemisferio izquierdo. Esta tendencia puede ser claramente observada cuando se constata que las áreas curriculares que tienen mayor énfasis en la escuela elemental son las de: lectura, escritura y aritmética; dejando de esta manera la otra mitad de la potencialidad del individuo con una posibilidad limitada de desarrollo (Causarano, 2020).

Una de las enseñanzas que los educadores requieren aprender de los hallazgos reportados sobre la investigación en el área de la neurociencia, es que la efectividad de la instrucción aumenta en la medida en que el contenido se presenta no sólo en la modalidad verbal tradicional, sino también en la modalidad no verbal, lo cual contribuirá a estimular el hemisferio derecho (González, 2012).

Lo anterior lleva a plantear la necesidad de utilizar en el aula de clase una estrategia instruccional mixta que combine las técnicas secuenciales, lineales, con otros enfoques que permitan a los alumnos ver pautas, hacer uso del pensamiento

visual, espacial, y tratar con el todo, además de las partes. Al respecto, se podría utilizar las siguientes estrategias de enseñanza: el pensamiento visual, la fantasía, el lenguaje evocador, metáfora, la experiencia directa, el aprendizaje multisensorial y la música.

Un hemisferio no es más importante que el otro: para poder realizar cualquier tarea necesitamos usar los dos hemisferios, especialmente si es una tarea complicada. Para poder aprender bien necesitamos usar los dos hemisferios, pero la mayoría de nosotros tendemos a usar uno más que el otro, o preferimos pensar de una manera o de otra. Cada manera de pensar está asociada con distintas habilidades. El comportamiento en el aula de los alumnos puede variar en función del modo de pensamiento que prefieran utilizar (Verlee, 1995).

¿Qué es inteligencia?

En los estudios de Piaget (1975) se define a la inteligencia, en el contexto de su teoría del pensamiento, como la reversibilidad progresiva de las estructuras móviles que ella construye, es decir; la inteligencia constituye el estado de equilibrio hacia el cual tienden todas las adaptaciones sucesivas de orden sensomotor y cognoscitivo, así como todos los intercambios asimiladores y acomodadores entre el organismo y el medio.

Existen diferentes teorías dentro del enfoque del procesamiento de la información para explicar la inteligencia. Las diferencias individuales en inteligencia se explican por las diferencias en la velocidad absoluta del procesamiento de la información. La inteligencia proviene de la velocidad de elección o de toma de decisiones ante estímulos sencillos. “Las diferencias individuales en la inteligencia verbal pueden ser entendidas en gran parte como diferencias en la velocidad de acceso a la información léxica en la memoria a largo plazo”. (Serra, 2003).

La inteligencia en las matemáticas

La inteligencia se manifiesta en la rapidez y calidad con que el sujeto resuelve nuevos problemas, con que asimila o crea nuevos conocimientos. Es necesario diferenciar la inteligencia respecto a los hábitos, conocimientos o habilidades ya formados. Un sujeto puede disponer de ellos y tener una pobre inteligencia que se evidencia en su imposibilidad de resolver nuevos problemas y de asimilar rápidamente nuevos conocimientos.

Por ejemplo, una persona sabe las tablas aritméticas, las leyes o teoremas, puede resolver problemas, realizar operaciones, que resultan de la aplicación de estos saberes, tiene habilidades matemáticas y, sin embargo, no posee de igual manera inteligencia para las matemáticas, pues resulta incapaz de pensar matemáticamente, se le dificulta la aplicación de estos saberes en situaciones nuevas, crear o aprender rápidamente.

Siguiendo la teoría de las inteligencias múltiples uno de los tipos de inteligencia es la lógica matemática, la cual define como “la capacidad para usar los números de manera efectiva y razonar adecuadamente”, (Gardner, 1999). Incluye la sensibilidad a los esquemas, a las relaciones lógicas, afirmaciones, preposiciones, a las funciones y otras abstracciones relacionadas con el pensamiento matemático. Implica la habilidad para resolver problemas matemáticos, el uso de procedimientos científicos; además de la utilización adecuada del razonamiento inductivo y deductivo.

Por otro lado la matemática emerge como un campo de experimentación privilegiado para el desarrollo del pensamiento lógico; todo ello ha hecho relacionar desde siempre, pensamiento lógico y el rendimiento matemático, así mismo, los estudiantes que manifiestan un alto nivel en el dominio matemático, disfrutan especialmente con operaciones que involucran números, les atrae enormemente combinarlos y emplear fórmulas para ello, sienten curiosidad y placer por los problemas no resueltos que excitan su curiosidad, explorando y experimentando con ellos. (Gadner, 1995).

Las distinciones entre pensamiento e inteligencia de las matemáticas

Según Piaget (1975), la facultad de pensar lógicamente ni es congénita ni está preformada en el psiquismo humano. El pensamiento lógico es la coronación del desarrollo psíquico y constituye el término de una construcción activa y de un compromiso con el exterior, los cuales ocupan toda la infancia. La construcción psíquica que desemboca en las operaciones lógicas depende primero de las acciones sensomotoras, después de las representaciones simbólicas y finalmente de las funciones lógicas del pensamiento.

El desarrollo intelectual es una cadena ininterrumpida de acciones, simultáneamente de carácter íntimo y coordinador. El pensamiento lógico es un instrumento esencial de la adaptación psíquica al mundo exterior. En el libro *“Desarrollo del pensamiento matemático”* Cantoral (2012), expone varios modos de entender este concepto, y analizar el desarrollo del mismo. Por un lado, atribuyen el término de pensamiento matemático a las formas en que piensan las personas que se dedican profesionalmente a las matemáticas. Por otro lado, entienden esta idea como parte de un ambiente científico en el cual los conceptos y las técnicas matemáticas surgen y se desarrollan en la resolución de tareas.

Propuesta metodológica

La presente investigación se enmarca con un enfoque mixto que se conforma por elementos cualitativos y cuantitativos sobre el estudio del desarrollo de la inteligencia lógica matemática en base a las neurociencias, con estudiantes de primer grado de primaria de una institución pública.

El enfoque cualitativo tiene como propósito obtener una explicación de los fenómenos estableciendo regularidades en los mismos, esto se refiere en hallar leyes generales que explican el comportamiento social, el conocimiento debe fundamentarse en el análisis de los hechos reales a través de la descripción objetiva. En esta investigación en relación al enfoque se retoma el método de estudio de casos.

El método de estudio de casos es una herramienta de investigación, su mayor fortaleza radica, en que a través del mismo se puede registrar y describir la conducta de las personas involucradas en el fenómeno trabajado. En este tipo de investigación los datos pueden ser obtenidos desde una variedad de fuentes, esto es, documentos, registros de archivos, entrevistas directas, observación de los participantes e instalaciones u objetos físicos (Carazo, 2006).

La investigación que se propone realizar es a través del estudio de los estudiantes con altas capacidades cognitivas, se pretende ser descriptivo, al identificar y describir los distintos factores que ejercen influencia en el fenómeno estudiado; así como explorar y explicar los procesos o funciones del cerebro que ocurren cuando el estudiante enfrenta situaciones de aprendizaje de las matemáticas, vinculando el acercamiento entre las teorías inscritas en el marco teórico y la realidad del objeto de estudio. Esto con la finalidad de descubrir los vínculos entre las neuroeducación y el desarrollo de la inteligencia lógica matemática.

En este método existen diferentes tipos de estudios, del cual retomamos “el estudio de casos único”: son aquellos que centran su unidad de análisis en un único caso. Su uso se fundamenta en la medida de presentar un carácter crítico, es decir,

que permita confirmar, cambiar, modificar o ampliar el conocimiento sobre el objeto de estudio. El carácter único, irrepetible y peculiar de cada sujeto que interviene en un contexto educativo.

Para recopilar los datos cualitativos de la investigación se utilizará como técnica de recogida de datos, el uso de fuentes de diversos especialistas en neuroeducación, así como obtener información a través del diario docente, los registros anecdóticos, el análisis fotográfico y la observación participante.

El enfoque cuantitativo se caracteriza por su objetividad en los instrumentos de recogida y análisis cuantitativos de los datos. Para obtener el rigor requerido que exige la objetividad, las investigaciones se apoyan en el método hipotético deductivo, la experimentación y las técnicas estadísticas, que son recursos establecidos por las ciencias naturales y asimiladas por las ciencias sociales.

Se retoma el método científico en relación al enfoque, este método se comprende en educación como un proceso destinado a explicar fenómenos, establecer relaciones entre los hechos, enunciar leyes que expliquen los fenómenos físicos del mundo y permitan obtener, con estos conocimientos, aplicaciones útiles a los actores educativos.

Para obtener la información se analizan datos numéricos de los fenómenos detectados, esto se refiere a recolectar, analizar, interpretar y presentar la información que se obtiene en el desarrollo de la investigación. Esta recolección consiste en los procedimientos de observación y anotación o registro de los hechos a través de tablas que se han diseñado previamente. De esta recolección depende en gran parte la calidad del análisis que se realice, ya que pueden existir interpretaciones falsas y análisis erróneos de las situaciones, cuando existen fallas en la recolección de la información.

Una vez realizado el proceso de recolección de datos, se pretende organizar, resumir para obtener información significativa, es decir, analizar los datos utilizándose para esto: la estadística descriptiva. Este método se usa para organizar

y resumir datos, que son ordenados indicándose el número de veces que se repite cada valor. A través de la revisión textual, así como de cuadros, tablas, o gráficas.

Se propone adquirir información cuantitativa en relación a los niveles de inteligencia matemática, así como datos numéricos de los resultados y avances de los estudiantes en cuanto a esta asignatura, esto a través de encuestas diseñadas aplicadas a la muestra seleccionada de estudiantes, así como de registros de antecedentes académicos de evaluación. El método se pretende utilizar así mismo en la representación de resultados a través de tablas y gráficos.

Es importante mencionar que el método de estudio de casos también retoma información del enfoque cuantitativo, y el método científico hace uso de la observación participante del fenómeno que se pretende estudiar con ello se complementa y se crean vínculos entre los enfoques, de ahí que el presente trabajo se fundamente en el enfoque mixto de investigación educativa.

Capítulo II

Aportes, posturas y definiciones; el cerebro y las matemáticas

El origen de todo lo posible

La vida humana se compone de situaciones altamente complejas, durante siglos el ser humano ha vivido en busca de respuestas sobre lo que pasa a su alrededor ejerciendo su pensamiento a través de la ciencia. Un intento interminable de hallar una explicación sobre el origen de las cosas, de sus procesos, de cada fenómeno incluso del fin de cada una de ellos. Esto se ha convertido en una cadena eterna en dónde, de una posible respuesta pueden surgir cientos de incógnitas más.

Podemos citar entre ellas, por ejemplo: la paradoja sobre el origen del universo aferrados a mirar los misterios abismales del exterior, por un momento, el humano se olvidó de un elemento inmensurable ubicado en el interior de su mismo ser, si damos un giro podemos encontrar una extraña composición celular que hace posible todo lo que existe, un único origen llamado cerebro...

Referirnos al estudio cerebral siempre será una actividad atrapante, un círculo en donde entre otras habilidades se desarrollan procesos de pensamiento para comprender aquello que te permite pensar, actuar, imaginar, incluso moverte. Sin duda “Es difícil hablar del cerebro sin ponerse poético” (Ramachandran, 2014). El asombro que puede generar el reflexionar sobre la capacidad cerebral puede llevarnos irónicamente al límite.

Dicho lo anterior podemos afirmar que el cerebro posee la estructura más compleja en el universo. Por miles de años, la civilización ha cuestionado el origen del pensamiento, la conciencia, la interacción social, la creatividad, la percepción, el libre albedrío y la emoción. Hasta hace algunas décadas, estas preguntas eran abordadas únicamente por filósofos, artistas, líderes religiosos y científicos que trabajaban aisladamente; en los últimos años, las neurociencias emergieron como una nueva herramienta para intentar entender estos enigmas. (Manes, 2015).

Con los increíbles avances en la ciencia de las últimas décadas se ha conseguido obtener un acercamiento preciso con la compleja estructura y funcionamiento de este extraordinario órgano humano, siguiendo a Campos (2014) actualmente se pueden estudiar desde neuronas individuales hasta obtener información de los escáneres cerebrales de alta tecnología, ahora bien los

resultados que arroja la investigación científica de los estudios cerebrales son aplicables a distintos enfoques, ya sea con fines médicos, científicos sociales y por supuesto los educativos.

En este estudio; nuestro interés está inmerso en el enfoque educativo, para comprender los procesos de aprendizaje, por ejemplo, en las matemáticas será necesario sumergirnos primeramente en ¿Cómo funciona el cerebro? ¿De qué está compuesto? Con ello iniciar un proceso de comprensión sobre lo ocurre dentro de cada una de las mentes de los estudiantes.

El cerebro humano se compone aproximadamente de cien mil millones de células nerviosas, conocidas como: neuronas. Las neuronas se comunican entre sí mediante fibras tenues que, de forma alterna, semejan matorrales densos y ramosos llamados dendritas, cables de transmisión largos y sinuosos: axones. Cada neurona establece entre mil a diez mil contactos con otras neuronas. En estos puntos de contacto, denominados sinapsis, es donde se comparte la información entre neuronas.

Una sinapsis puede ser excitatoria o inhibitoria, y en un momento dado puede estar activada o desactivada. Con todas estas combinaciones, el número de posibles estados cerebrales es extraordinario; de hecho, supera de lejos el número de partículas elementales en el universo conocido, (Ramachandran, 2014).

Bajo toda esta apabullante estructura hay un procedimiento básico de organización cómodo de entender. Las neuronas están conectadas en redes que procesan información. El tejido nervioso es el más diferenciado del organismo y está constituido por células nerviosas, fibras nerviosas y neuroglías, que está formada por varias clases de células. La célula nerviosa se denomina neurona y es la unidad funcional del sistema nervioso. Hay neuronas bipolares, con dos prolongaciones de fibras, y multipolares, con numerosas prolongaciones. Las neuronas pueden ser sensoriales, motoras y de asociación. Se estima que en cada milímetro del cerebro hay alrededor de unas 50,000 neuronas, (Martinez, 1987).

Hasta aquí podemos reflexionar que no todo está en nuestra cabeza, el tejido nervioso entonces está en todo el cuerpo lleno de neuronas de diferente tipo, que se comunican entre sí enviando señales al gran órgano, con ello empezamos a retomar la importancia de la estimulación y el uso de todo el cuerpo para el aprendizaje, es decir; las matemáticas pueden ser entendidas como una asignatura en donde el estudiante debe estar sentado repasando números, formulas o métodos, con un alto grado de concentración. Reflexionando sobre lo anterior: ¿se estarían estimulando los diferentes tipos de neuronas?

Las numerosas ordenaciones cerebrales son, en última instancia, redes multiusos de neuronas, que a menudo presentan una elegante organización interna. Cada una de estas estructuras lleva a cabo una serie de funciones fisiológicas o cognitivas, aunque estas apenas puedan diferenciarse; cada organización establece conexiones pautadas con otras estructuras cerebrales y así, se forman circuitos que transmiten información de un lado a otro realizando bucles de repetición, que permiten a las estructuras cerebrales funcionar conjuntamente para crear percepciones, conductas y pensamientos complejos, (Cumpa, 2004).

Ahora bien, sabemos que el cerebro pertenece al sistema nervioso, aunque este se divide en dos: Sistema nervioso central, conformado por el encéfalo y la médula espinal y el sistema nervioso periférico, este contiene todos los nervios fuera del cerebro así como de la médula espinal, los nervios craneales y los ganglios periféricos, (Campos, 2014).

El encéfalo y la médula espinal están cubiertos por envolturas óseas, que son el cráneo y la columna vertebral respectivamente. Las cavidades de estos órganos están llenas de un líquido incoloro y transparente que recibe el nombre de “líquido cefalorraquídeo”. Las células que forman el sistema nervioso central se disponen de tal manera que dan lugar a dos formaciones muy características: una sustancia gris, constituida por los cuerpos neuronales; y la sustancia blanca, formada principalmente por las prolongaciones nerviosas (dendritas y axones), cuya función es conducir la información, (Manes, 2015).

Es evidente que comprender al cerebro no es para nada un asunto sencillo, requiere de la comprensión de una alta gama de conceptos neurológicos que son estudiados por científicos, neurólogos, y especialistas en el área, sin embargo la labor del maestro no debería verse totalmente separada de estos conocimientos, es cierto que los expertos son quienes estudian a profundidad el área cerebral, sin embargo un docente trabaja con el cerebro todos los días a través de estímulos, es aquí cuando nos detenemos a pensar que un docente puede provocar cambios significativos en el cerebro de sus estudiantes.

Existe una capa delgada de sustancia gris que cubre la superficie de cada hemisferio, llamada: corteza cerebral, la superficie cortical se pliega formando una grafía similar a surcos o cisuras que no son más que la expresión visible de dichos pliegues. Las áreas que se encuentran visibles entre los pliegues es lo que se conoce como: circunvoluciones. Existen tres cisuras principales que dan lugar a la división más utilizada en neuroanatomía que es la de los lóbulos cerebrales denominados: lóbulos frontales, lóbulos parietales, lóbulos temporales y occipitales, (Manes, 2015).

En el lóbulo occipital se reciben y analizan todas las informaciones visuales, en los lóbulos temporales se gobiernan ciertas sensaciones visuales y auditivas. Los movimientos voluntarios de los músculos están regidos por las neuronas localizadas en la parte más posterior de los lóbulos frontales, en la llamada corteza motora. Los lóbulos frontales están relacionados también con el lenguaje, la inteligencia y la personalidad, si bien, se desconocen funciones específicas en esta área. Los lóbulos parietales se asocian con los sentidos del tacto y el equilibrio, (Martinez, 1987).

Dicho lo anterior cabe preguntarse ¿Por qué en las escuelas formadoras de docentes se promueve el uso de test de estilos de aprendizaje? En las jornadas de práctica profesional docente ha promovido el uso de estos test para conocer cómo es que prefieren aprender mejor los estudiantes, sin embargo, todos poseemos un cerebro con las cuatro áreas mencionadas anteriormente, ¿Por qué inclinarse más

a una sola área? contradictoriamente podríamos decir que generar el aprendizaje se basa en la estimulación y reforzamiento de cada una de estas áreas.

Continuando con la estructura cerebral encontramos en la base del encéfalo el “tronco cerebral”, que gobierna la respiración, la tos y el latido cardíaco. Detrás del tronco se localiza el cerebelo, que coordina el movimiento corporal manteniendo la postura y el equilibrio. Las áreas cerebrales que gobiernan las funciones como: la memoria, el pensamiento, las emociones, la conciencia y la personalidad, resultan bastante más difíciles de localizar, (Clavero, 2003).

De estas áreas la memoria podría representar más importancia dentro del desarrollo de la inteligencia matemática, debido al uso constante en la resolución de problemas cuando los estudiantes utilizan métodos específicos como suma, resta, multiplicación, patrones, tablas de multiplicar; esta característica suele causar complejidad en el área, pues además de razonar es necesario utilizar los conocimientos que se han establecido en la memoria.

Autores como Cumpa (2004), exponen que la memoria está vinculada al sistema límbico, situado en el centro del encéfalo. Por lo que respecta a las emociones, se sabe que el hipocampo controla la sed, el hambre, la agresión y las emociones en general. En el córtex donde se integran las capacidades cognitivas, ahí se encuentra nuestra capacidad de ser conscientes, de establecer relaciones y de hacer razonamientos complejos. Lo que llamamos sustancia gris es una pequeña capa que recubre el resto del cerebro. Pero el córtex cerebral humano tiene una característica que la distingue de todas las demás, tiene numerosos pliegues. Esto aumenta notablemente su superficie.

La corteza cerebral también está dividida por una fisura longitudinal en dos partes: derecha e izquierda, denominadas hemisferios cerebrales, el hemisferio izquierdo tiene un comportamiento racional, automático, lógico, analítico, de rápida capacidad de respuesta y repetitivo; por el contrario, “el hemisferio derecho es imaginativo, lógico, intuitivo, innovador y creativo”, (Clavero, 2003).

Seguendo a Clavero (2003), con los estudios recientes se ha podido determinar que cada hemisferio está interrelacionado íntimamente con su homólogo, aunque ejercen funciones diferentes y cada uno es responsable de un lado del cuerpo en forma especular; es decir, que las funciones realizadas por el lado izquierdo del cuerpo son dirigidas y controladas por el hemisferio derecho, sucediendo de forma semejante con el hemisferio izquierdo, permitiendo de esta manera complementar cada uno de los mensajes recibidos y ejecutar totalmente las funciones corporales competentes a este órgano.

Sin duda uno de los grandes descubrimientos en el estudio del cerebro es el funcionamiento de cada hemisferio cerebral, podemos decir que las habilidades matemáticas se desarrollan en lado izquierdo del cerebro, este hemisferio controla la mitad derecha del cuerpo. Existen mitos en la sociedad que exponen que los estudiantes zurdos son más inteligentes ya que su actividad motora es más equilibrada que la de los diestros, sin embargo este planteamiento se puede fundamentar con la información anterior, entre más se coordinen los movimientos del cuerpo activamente de manera equilibrada más utilizamos los hemisferios del cerebro.

Autores como Gómez (2017), Exponen que el procesamiento de la información sensorial recogida del mundo que nos rodea y de nuestro propio cuerpo, las respuestas motrices, las emocionales, el aprendizaje, la conciencia, la imaginación y la memoria son funciones que se realizan por circuitos formados por neuronas interrelacionadas a través de los contactos sinápticos.

Otro de los grandes descubrimientos neuronales que se relacionan con los procesos que se llevan a cabo dentro de la educación se basa en la aparición de las llamadas “neuronas espejo”, estas neuronas se activan no sólo cuando realizamos una acción motora, sino también cuando vemos que la realiza alguien, “estas células nos permiten interpretar las intenciones de otra persona es decir; entender qué pretende gracias a una simulación de sus acciones mediante nuestra propia imagen corporal”, (Manes, 2015). Es innegable la importancia de comprender las neuronas espejo y sus funciones. Pueden en un nivel relevante ser

fundamentales para el aprendizaje de las matemáticas, la imitación y la transmisión de destrezas y actitudes.

Descifrar el carácter de estas neuronas, así como de otras funciones en la estructura del cerebro se ha convertido en uno de los principales objetivos de la investigación científica en la actualidad. Estas son guiadas por los estudios neurocientíficos vigentes, el uso de estas investigaciones se transpone a diferentes áreas de conocimiento entre ellos el aprendizaje, el cual es el elemento esencial de la educación.

El docente no debe estar exento de las funciones cerebrales que puede accionar, ¿Cómo orientar el aprendizaje sin conocer cómo funciona el cerebro de los estudiantes? Las matemáticas exigen un nivel cognitivo desarrollado que se basa en el uso de la inteligencia lógica y racional ¿Cómo desarrollar esa inteligencia, haciendo uso del funcionamiento del cerebro? Resulta desafiante para la materia educativa vincular estos conocimientos con la tarea pedagógica, es un asunto delicado, “estudiar el cerebro es una actividad altamente compleja, tanto, que se propone el desafío de entenderse a sí mismo”, (Manes, 2015).

Sin este increíble órgano humano nada sería posible, es por ello que más allá de lo asombroso que puede ser el exterior, es momento de mirar hacia un fenómeno increíble que nos ha permitido aprender sin límites, el origen de todo lo posible llamado cerebro.

¿Cómo entender al cerebro? Hallazgos generales de las neurociencias

Hace poco más de dos décadas Sylwester en su libro *“The Brain Revolution”* concluye diciendo que “entender cómo trabaja el cerebro es algo muy importante para los educadores, porque una profesión desinformada es vulnerable a las modas pseudocientíficas, a generalizaciones inapropiadas o a programas dudosos” (1998 p.64). Sin embargo, no son los educadores quienes realizan los estudios cerebrales, desde siempre esta tarea corresponde a neurólogos y neurocientíficos quienes vinculando los conocimientos de diversas ramas científicas han generado conocimientos trascendentes acerca del funcionamiento cerebral.

Las neurociencias han pasado a ser el mayor campo de investigación científica en la actualidad, ¿la razón? Sus aportes son de interés para múltiples dimensiones y disciplinas como la psicología, la biología, e incluso la educación. Para Campos (2014), podemos definir a la neurociencia como el estudio científico del sistema nervioso, sin perder de vista que su principal objetivo se centra en el cerebro y sus funciones. Esta rama científica estudia la complejidad de los millones de neuronas que tenemos, así como de las interacciones químicas y eléctricas de estas células, de las cuales se derivan todas las funciones que nos hacen humanos: desde aspectos sencillos como mover un dedo, hasta la experiencia tan compleja y personal de la consciencia de saber qué está bien o mal.

Tradicionalmente esta rama científica se ha considerado una Subdisciplina de la biología, pero actualmente es un activo campo multidisciplinar, en el que trabajan también psicólogos, químicos, lingüistas, genetistas, e incluso científicos de la computación, lo que permite tener una visión del cerebro humano mucho más amplia; así avanzar tanto en el campo clínico como en otros campos o disciplinas como la educación y la inteligencia, (Campos, 2010).

Resulta interesante pensar que no podemos ir de la neurociencia a la educación, sin saber lo suficiente sobre neurociencia, recordemos que el objeto de estudio de esta rama científica es el funcionamiento cerebral a través del análisis del comportamiento neuronal, (Silva R. E., 2003). Sin profundizar en alguna

disciplina específica revisemos algunos de los hallazgos más sobresalientes de los estudios de las neurociencias:

Uno de los intereses de los neurólogos ha sido obtener con exactitud la cantidad de neuronas que alberga el sistema nervioso, la doctora y neuróloga brasileña Suzana Houzel Herculano realizó en el 2012 un estudio con cuatro cerebros de hombres entre cincuenta y setenta años de edad, en el cual estimó que hay más 86 mil millones de neuronas en el cerebro, su estudio puso en evidencia diversas aportaciones vigentes que exponían que había alrededor de cien mil millones de neuronas, aun así la cantidad sigue siendo abismal.

Ahora bien, otro de los descubrimientos es lo que anteriormente mencionamos como sinapsis, lo cual se refiere a la interacción que existe entre las neuronas creando múltiples redes de comunicación, si el número de neuronas es increíble, el número de combinaciones entre ellas se vuelve insuperable. Con ello se determinó que los estímulos sensoriales se convierten en señales eléctricas o químicas que se transfieren de las neuronas a otras células del cuerpo. (Campos, 2010).

“Los cambios en la actividad de una sinapsis pueden aumentar o reducir su función, esta se fortalece o debilita por las actividades del ser humano como: el ejercicio, el estrés, el consumo de sustancias como las drogas y la alimentación” (Pérez, 2017); de este descubrimiento surgieron estudios con el objetivo de analizar las formas de estimular el cerebro para mejorar los procesos del mismo.

También se determinó que absolutamente todas las percepciones, pensamientos, comportamientos del ser humano son resultado de las combinaciones de las señales de las neuronas, es decir de la sinapsis. El Centro Iberoamericano de Neurociencia, Educación y Desarrollo Humano (CEREBRUM) enlista los siguientes hallazgos:

Los circuitos sensoriales (vista, tacto, oído, olfato, gusto) llevan la información al sistema nervioso, mientras que los circuitos motores envían información a los músculos y glándulas. El circuito más simple es el reflejo, en el que un estímulo

sensorial desencadena directamente una respuesta motora inmediata, es decir un movimiento del cuerpo como mover un dedo o parpadear. Las respuestas complejas se producen cuando el cerebro integra la información de muchos circuitos del cerebro para generar una respuesta, por ejemplo, tener un pensamiento de análisis, o tocar un instrumento musical. Las Interacciones simples y complejas entre las neuronas tienen lugar en escalas de tiempo que van desde milisegundos a meses.

El cerebro se organiza para reconocer sensaciones, iniciar comportamientos, almacenar, memorizar y acceder a los recuerdos que pueden durar toda una vida. Las diferencias en los genes hacen que el cerebro sea único en cada ser humano. La mayoría de las neuronas se generan en el desarrollo temprano y sobreviven toda la vida.

Algunas lesiones causadas por la actividad diría dañan las células nerviosas, pero el cerebro a menudo se recupera del estrés, daño o enfermedad. Desafiar continuamente al cerebro con la actividad física y mental, ayuda a mantener su estructura y función. La muerte neuronal es una parte natural del desarrollo y el envejecimiento. Algunas neuronas continúan generándose durante toda la vida y su producción está regulada por las hormonas y las experiencias derivadas de la actividad de cada ser.

A través de la comprensión de los conceptos básicos en neurociencia y de los hallazgos, que han sido obtenidos a través de los resultados de años de investigación, podemos construir algunas ideas sobre e interpretaciones sobre ¿qué es? y ¿cómo funciona el cerebro humano? Las cuales podemos mirar desde la educación y la inteligencia de las matemáticas.

Para Wolfe (2001), lejos de que la neurociencia se caracterice como una nueva corriente que entra al campo educativo, o se transforme en la salvación para resolver los problemas de aprendizaje, se debe entender como una ciencia que viene a aportar nuevos conocimientos al educador, así como lo hizo la psicología en su momento. Ante la trascendencia y magnitud del estudio de las neurociencias cabe preguntarse ¿Qué sobre la educación? ¿Qué sobre la inteligencia y las

matemáticas? ¿Cómo transponer estos hallazgos a los procesos que se llevan en las aulas?...

Una ciencia con fines educativos llamada neuroeducación

El término neuroeducación resulta desde mi experiencia docente desconocido por gran parte de los educadores, aunque la educación es una labor social este nuevo término se entiende como una rama científica, ya que, su fundamento se encuentra en la comprensión del funcionamiento cerebral en relación al aprendizaje de las personas incluso desde el desarrollo prenatal, la causa de que su estudio este alejado de los educadores pudiera ser que aún existen hipótesis derivadas de sus hallazgos aun por comprobar o sencillamente ha faltado una voluntad a gran escala de innovar la educación en base a los estudios neurocientíficos.

Realizamos el siguiente análisis siguiendo lo que expone Silva, quien afirma que el aprendizaje es el concepto principal de la educación, por lo tanto, “algunos de los descubrimientos de la Neurociencia pueden ayudarnos a entender mejor los procesos de enseñanza de nuestros estudiantes y, en consecuencia, a enseñarles de manera más apropiada, efectiva y agradable” (2003, p.157).

La investigación de este órgano humano no sería posible sin la tecnología avanzada del siglo XXI, estudios altamente tecnológicos como: MEG (Magnetoencefalografía); el SQUID (instrumento de interferencia cuántica superconductor) y el BEAM (Mapeo de la Actividad Eléctrica Cerebral). Han sido clave para interpretar los procesos de aprendizaje, hace poco menos de dos décadas se pudo determinar que el aprendizaje cambia la estructura física del cerebro, lo cual crea nuevas organizaciones y funciones cerebrales, la organización del cerebro se divide en partes que aprenden en diferentes periodos madurativos, y es moldeado no solo biológicamente sino por estímulos adquiridos de la experiencia, (Cumpa, 2004).

Hasta aquí nos detenemos a pensar en cómo relacionar estos descubrimientos con los procesos de aprendizaje que se llevan en el aula, de esta necesidad surge la neuroeducación, en donde especialistas han dedicado años de estudio en vincular los estudios de la neurociencia con la educación, desde los

principios del siglo XXI han surgido diferentes planteamientos que se han organizado tales como la numeración de Marcuño (2006) quien organizó los hallazgos neurocientíficos en relación al aprendizaje, como: la plasticidad cerebral, definiéndola como una forma en que el cerebro cambia constantemente para seguir aprendiendo.

En primer lugar, debemos iniciar con el planteamiento de que existen dos elementos clave: aprendizaje y memoria. Para Cumpa (2004), el aprendizaje es concretamente un proceso de almacenamiento en el cerebro y la memoria es la recuperación de los contenidos almacenados en la base de datos del cerebro. Siguiendo a Campos (2010) los factores o experiencias a las cuales están expuestos los alumnos y alumnas en el aula pueden estar armonizados o no con los sistemas naturales de aprendizaje y de memoria del cerebro, lo que va a reflejar directamente en el desarrollo del potencial cerebral.

Antes de citar los principales hallazgos de la neuroeducación es meramente importante retomar el seguimiento planteamiento:

El proceso de vincular los aportes neurocientíficos al aprendizaje, se necesita diferenciar lo que ya está validado, lo que aún son hipótesis o probabilidades, lo que es mera especulación o mito, y por fin, diferenciar las generalizaciones equivocadas que se hacen debido a una comprensión limitada del tema. (OCDE, 2003).

Si bien, sabemos que las circunstancias que experimenta cada sujeto en su vida diría trae consigo una emoción o sentimiento, podemos citar que las experiencias educativas también influyen en las emociones y las emociones influyen en la educación, siguiendo las investigaciones realizadas por Bravo (2010) podemos afirmar que los estímulos emocionales interactúan con las habilidades cognitivas es decir; los estados de ánimo, los sentimientos y las emociones pueden afectar la capacidad de razonamiento, la toma de decisiones, la memoria, la actitud y la disposición para el aprender.

Esta afirmación podemos definirla de carácter general ya que es aplicable a cualquiera de las áreas educativas, este aporte ha sido uno de los fundamentos del

enfoque humanista de la educación el cual propone vincular y tomar en cuenta de manera más precisa el estado emocional para el aprendizaje, sin embargo, desde mi experiencia en la práctica docente puedo decir que el tradicionalismo está por encima de la promoción de nuevos enfoques.

Los estudios del cerebro nos dicen que los altos niveles de estrés tienen una consecuencia negativa en el aprendizaje afectando habilidades cognitivas, perceptivas, emocionales y sociales, con ello nos detenemos a reflexionar sobre el impacto positivo o negativo que puede generar el ambiente emocional que diseñe el educador en el aula.

La clase de matemáticas suele ser una asignatura que causa preocupación en los estudiantes debido a su dinámica abstracta que exige un pensamiento hábil y preciso, esta característica puede ser motivo de estrés para aquellos que no se sienten competentes en el área o simplemente no les resulta atractivo el desarrollo de habilidades matemáticas.

La actividad cerebral aumenta cuando el cerebro es estimulado a través de emociones positivas, así mismo aumenta la cantidad de respuestas que se despliegan ante los estímulos percibidos lo cual genera que se activen las atribuciones, la motivación, la reflexión, la autoestima. El cerebro registra de manera eficaz la información, se mejora la memoria de trabajo y se retiene durante más tiempo. Siendo así, si nos referimos a una enseñanza de las matemáticas en base a estos lineamientos, será relevante tomar como primer elemento, el estado emocional del alumno, el docente y el clima del aula, (Bravo, 2010).

Para Vasco (2011) las emociones están relacionadas con los procesos necesarios para la adquisición de los conocimientos que se transfieren en la escuela. Cuando los docentes no aprecian la importancia de las emociones en los estudiantes, no logran detectar un elemento decisivo para el aprendizaje, es decir; no estiman en absoluto la razón fundamental por la que los alumnos aprenden.

Los estudiantes que se sienten ansiosos, enfurecidos o deprimidos no aprenden al igual que un alumno motivado; estar atrapado en esos estados de

ánimo no permite asimilar la información de manera eficaz. Las emociones desagradables como: la ira, ansiedad, tensión o tristeza, desvía la atención interfiriendo el intento de concentración en otra situación.

Cuando las emociones entorpecen la concentración, lo que ocurre es que se paraliza la capacidad mental cognitiva denominada científicamente como: “memoria activa”, la capacidad de retener en la mente toda la información que atañe a la tarea que estamos realizando. La memoria activa es una función ejecutiva por excelencia en la vida mental, que hace posible todos los otros esfuerzos intelectuales, desde pronunciar una frase hasta desempeñar una compleja proposición lógica, (Bravo, 2010).

Consecuentemente la neuroeducación pone en relieve las conexiones entre la emoción, el funcionamiento social y la toma de decisiones, debido a que se ha descubierto que los aspectos de la cognición están directamente relacionados y afectados positiva o negativamente por los procesos de emoción.

El siguiente aporte de la neuroeducación se refiere a la importancia de la motricidad en el aprendizaje, tal como expresó Anna Lucia Campos en una entrevista realizada en CEREBRUM en el año 2014 “El cerebro necesita del cuerpo así como el cuerpo necesita del cerebro”. Al respecto Wolfe (2001) Nos dice que el movimiento a través de la exploración de los órganos sensoriales, las experiencias directas y concretas estimulan el desarrollo de los sistemas táctiles, de los sistemas motores y de diferentes regiones en el cerebro.

Los ejercicios y el movimiento permiten una mayor oxigenación del cerebro, mejoran habilidades cognitivas, estimulan capacidades mentales, sociales y emocionales. El estímulo sensorial construye todos los conocimientos que tenemos estos, se vinculan con la percepción, cognición, emoción, sentimientos, pensamientos y respuestas motoras, (Forés, 2009).

En las escuelas es común que las actividades sensoriales o motoras sean aplicadas con mayor frecuencia en las áreas de educación física o educación artística, sin embargo, los estudios del cerebro exponen que la actividad sensorial y

motora es fundamental para el aprendizaje, es aquí cuando retomamos la importancia del uso de materiales para durante la clase de matemáticas.

Sabemos que las terminaciones nerviosas que tenemos en las yemas de los dedos estimulan a nuestro cerebro. “La manipulación de materiales genera una actividad cerebral que facilita la comprensión. Cuando se comprende lo que se está aprendiendo se produce la activación de las áreas cerebrales, mientras que cuando se memoriza sin sentido, la actividad neuronal es mucho menor”, (Bravo, 2010, p.5).

El planteamiento del autor, menciona un aspecto que podría resultar contradictorio a lo que nos dice Kandel (2006) respecto a la memoria, debido a que sus estudios exponen que la memorización en la educación es un elemento fundamental, porque los esquemas mentales requieren de la repetición para hacerse metafóricamente “más fuertes”, una vez que se crea un nuevo aprendizaje, si no es reforzado constantemente podría generar un esquema débil el cual se perderá con el tiempo o con la creación de nuevos esquemas reforzados.

La interpretación que realizamos ante estas posturas se define, en poner mayor atención en aquellos aspectos que se pretenden memorizar, sin perder de vista que la memorización debe utilizarse como una herramienta para aprender de manera significativa, para ello tendría que analizarse los momentos y elementos idóneos para este proceso.

Autores como Kandel (2006), nos hacen reflexionar acerca de la capacidad de nuestro cerebro y la memoria que posee, debido a que son elementos que no tienen un límite de aprendizaje, además de que este puede ser maleable, el cerebro tiene diferentes sistemas de memoria, que pueden almacenar desde una pequeña cantidad de datos, hasta un número ilimitado de ellos.

Así mismo, el autor afirma que la memoria es una de las funciones más complejas del cerebro, conscientemente la habilidad de adquirir información y retenerla será un proceso que debe guiarse de manera minuciosa, ya que de la memoria se derivan otras funciones del cerebro para el aprendizaje.

El siguiente planteamiento de la neuroeducación pone en evidencia el impacto de las condiciones sociales desde los primeros años de vida para el aprendizaje, se refiere a que el entorno adecuado y enriquecido despierta al cerebro y lo desarrolla, en el mismo plano Campos (2014), plantea que varios factores ejercen influencia en el cerebro y por ende en la capacidad de aprender: el factor nutricional, factores de índole genética, el entorno socioeconómico, el contexto cultural, el ambiente emocional familiar del alumno, lesiones cerebrales, y los conocimientos previos consolidados.

Las situaciones novedosas en el cerebro suelen causar un alto grado de respuesta motivadora e interés, por ejemplo: los comienzos de una etapa escolar, la iniciación de un tema, los primeros pasos de una asignatura, la utilización de recursos o materiales novedosos, (Gardner, 1983). La pedagogía empleada en procesos iniciales es una variable que incide en el aspecto motivacional de la posición de partida, puede: aumentarla, mantenerla o disminuirla. El cerebro guarda en la memoria con extrema fijación los sentimientos generados por la emoción recibida con mayor grado en respuestas iniciales.

A partir de ese momento el cerebro toma decisión de aceptación o rechazo al tema o experiencia iniciada, repercutiendo considerablemente en los posteriores aprendizajes que se puedan relacionar con los ya tratados. “Cuando el cerebro aprende algo por primera vez hay una actividad intensa en la corteza cerebral”, (Llinás, 2003).

Esta actividad va disminuyendo con la práctica en la medida en que se va consolidando lo que se está aprendiendo. Contrariamente a lo que se puede pensar, según vamos profundizando en ese aprendizaje, y cada vez que lo utilizamos, el cerebro está menos activo consumiendo también menos energía, esto nos lleva a concluir que entonces, los comienzos son fundamentales.

Además de los comienzos favorables, la neuroeducación pone en evidencia diversos escenarios que deben ser evitados en las aulas, es común que los docentes se vean en la necesidad de utilizar amenazas o castigos para controlar o mantener el orden de los estudiantes, sin embargo el hecho de que treinta

estudiantes estén sentados escribiendo en silencio no significa que estén generando un nuevo esquema mental, sin embargo esta es la idea que algunos han mantenido sobre del aprendizaje, así mismo, el orden y el silencio no necesariamente son sinónimos de bienestar, aunque denota tranquilidad, este mismo grupo de treinta, pudiese estar en un estado de estrés.

Autores como Gómez (2017) nos dicen que el cerebro responde a las amenazas de maneras predecibles, cuando una condicionante o castigo se detecta en forma de amenaza, el cerebro reacciona a gran velocidad, estas activan los mecanismos de defensa y conductas que son importantes para la supervivencia pero que son inapropiadas para el aprendizaje. Las amenazas conllevan al trauma, debido a eventos verbales, físicos o psicológicos por parte profesores; incluso falta de control en situaciones de humillación y vergüenza. Aunque pudiese sonar exagerada esta aportación, desde mi experiencia como estudiante puedo decir que las sensaciones negativas en el aula son constantes.

La humillación es un sentimiento que desde mi experiencia en el aula suele generarse en las clases de matemáticas, debido a que no todos son capaces de seguir las actividades al ritmo de los demás o tienen la misma habilidad al momento de resolver problemas, consecuentemente la competencia entre alumnos como estrategia didáctica solo pudiera resultar beneficiosa para algunos.

Los conocimientos que nos trae la Neuroeducación, nos hace ver desafíos, así como oportunidades, sabemos que a pesar de que existe una inmensa diversidad de individuos en el contexto educativo, hay un factor común que pone a todo educador y todo alumno en un mismo nivel: el ser humanos, todos tenemos un cerebro plástico, apto para aprender cuantas veces sea necesario siempre y cuando se den las condiciones genéticas y ambientales para ello.

Un paso entre el pensamiento y la acción llamado inteligencia

En el libro *“Psicología de la inteligencia”* Piaget (1975) define la inteligencia, en el contexto de su teoría del pensamiento, como; la reversibilidad progresiva de las estructuras móviles que ella construye, es decir; la inteligencia constituye el estado de equilibrio hacia el cual tienden todas las adaptaciones sucesivas de orden

sensorial y cognoscitivo, así como todos los intercambios asimiladores y acomodadores entre el organismo y el medio.

En la aportación de Serra (2003) podemos encontrar que realiza un análisis muy interesante en un intento de definir la naturaleza de la inteligencia, el autor expone que la capacidad es un término cercano a la inteligencia y que la capacidad intelectual puede ser aun superior a esta, sin embargo, nos interesa rescatar lo que al autor expone sobre la inteligencia al definirla de manera breve como: al procesamiento de la información, a los procesos de análisis, síntesis, generalización, que similar a lo que expone Piaget (1975) se dan tanto en el nivel sensorial, como en el racional o abstracto.

Siguiendo al autor, la inteligencia es necesaria para enfrentar situaciones nuevas, problemas no resueltos que requieren nuevos saberes, hábitos y habilidades para su solución; dicha situación o problema nuevo consiste en la asimilación de conocimientos que aporta el medio, o en crear nuevos aprendizajes por parte del sujeto para resolver los conflictos que surgen de una situación. Consecuentemente, la inteligencia se manifiesta en la rapidez y calidad con que el sujeto resuelve nuevos problemas, asimila o crea nuevos conocimientos.

De acuerdo con el plan de estudios de educación básica vigente, las matemáticas se desarrollan bajo un enfoque basado en la resolución de problemas, esto demuestra que en la asignatura es posible observar de manera oportuna la inteligencia de los estudiantes, a través de las acciones que desarrollan frente a los problemas matemáticos, aunque no es la única área en donde evidencian esta cualidad, es común escuchar que los estudiantes destacados en la escuela tienen notas elevadas en este campo, ya que su habilidad, rapidez y respuesta ante diversos desafíos es evidente.

El reconocido autor Gardner (1999), en su definición de inteligencia comparte varios aspectos ya mencionados: el autor la define como: la habilidad para resolver problemas o para elaborar productos que son de importancia en un contexto cultural o en una comunidad determinada, entendiendo que la inteligencia es una capacidad que puede ser desarrollada, en sus estudios hace mención sobre los componentes

genéticos y considera que los seres humanos nacen con diversas potencialidades y su desarrollo dependerá de la estimulación del cerebro, del entorno y de sus experiencias, desde el nacimiento.

Puede ser que el autor intente hacernos reflexionar sobre el impacto que tiene la estimulación en los primeros años, pero no una estimulación sin sentido, sino detectar las capacidades que va desarrollando el sujeto para identificar sus puntos débiles, de esta forma podrán ser potenciados con estímulos y nuevas experiencias desde temprana edad, sin dejar de incrementar aquellas en donde se muestra más hábil, hecho que potenciará la capacidad de respuesta del sujeto ante los problemas que puedan presentarse, es decir favorece al tratamiento de la inteligencia.

Existen diversas teorías sobre el tema, según Sternberg (2005) estas se clasifican en teorías explícitas e implícitas de la inteligencia, nos limitamos a decir que las teorías explícitas son aquellos estudios que se basan en medir el funcionamiento inteligente, los cuales se han desarrollado bajo estudios psicométricos, biológicos, del desarrollo y sobre las inteligencias múltiples. De estos estudios podemos decir que la psicometría está más acercada a lo que se realiza en las aulas, en el intento de medir las capacidades, mientras que los estudios biológicos se basan en características del cerebro para referirse a la inteligencia.

Los estudios psicométricos de Binet (1983) produjeron la introducción de nuevos términos como: edad mental, el autor concibió la inteligencia como un proceso psicológico superior medible, por tanto, quien se acerque a resultados esperados para su edad y contexto cultural, debe ser asumido como inteligente. Otro de los estudios relevantes en este campo es la escala de Inteligencia para niños de Wechsler (WISC). Esta prueba posee en su estructura: seis pruebas verbales (información, comprensión, aritmética, semejanzas, vocabulario y retención de dígitos) y seis manipulativas (figuras incompletas, ordenamiento de dibujos, diseño con cubos, rompecabezas, claves y laberintos).

La psicometría ha tenido un papel importante en los procesos medibles de las escuelas, estas pruebas o estudios incluyen actividades que permiten identificar

la inteligencia no de manera general sino dividida por áreas en donde las matemáticas son parte fundamental de estas pruebas, las habilidades que el sujeto desarrolla en el campo matemático permiten identificar de manera cuantitativa la inteligencia, razón por la cual las matemáticas son esenciales para el desarrollo de capacidades y siempre son tomadas en cuenta en los estudios que intentan medir nuestro potencial.

Otras de las teorías de la inteligencia que están inmersas en los procesos escolares son las teorías del desarrollo en donde destacan los estudios de Jean Piaget y Lev Vygotsky. Los aportes de Piaget (1975) exponen que la inteligencia no es innata. Él propone un cambio, es decir; un desarrollo gradual desde el nacimiento hasta la adultez; proceso en el cual intervienen dos factores individuales: la interacción con el medio y la dotación genética.

Ahora bien, Vygotsky (1983), Expone en sus estudios que las acciones que las personas desarrollan se encuentran implícitas en el contexto en el cual viven, y las experiencias que los rodean. Por ejemplo: los niños aprenden un idioma materno, acciones como: saludar y pedir algo, esto por estar culturalmente expuestos a ellos.

Estos aportes nos hacen reflexionar sobre los estímulos a los que estamos expuestos en la infancia en relación a las matemáticas, es decir; que tanto podemos aprender de lo que experimentamos en los primeros años de vida sobre el campo matemático, puede ser que nos limitemos a esperar los espacios escolares para estar expuestos a escenarios que nos permitan desarrollar este tipo de pensamiento, sin embargo las teorías del desarrollo nos dicen que podemos recibir estímulos de lo que nos rodea desde temprana edad y así desarrollar la inteligencia.

La eventualidad de la inteligencia matemática

Autores como Cabezón (2016), definen de manera simple a la inteligencia matemática, como aquella que nos hace capaces de seguir las líneas del razonamiento lógico, la que nos hace establecer y comprender el vínculo entre conceptos abstractos de la vida cotidiana por ejemplo: los números. Así mismo el autor recalca que poseer habilidades matemáticas a lo largo de la historia ha sido

un prestigio que se relaciona con el intelecto, es decir; si se te dan las matemáticas es común que te identifiquen como una persona intelectual, sin embargo este hábito ha perdido fuerza desde el surgimiento de las teorías relacionadas con la existencia de diferentes tipos de inteligencia.

No obstante, a lo largo de mi experiencia academia puedo afirmar lo que el autor expone, los estudiantes que poseen habilidades matemáticas sobre todo relacionadas a los números como: hacer cálculos rápidamente, resolver ecuaciones, manejar cantidades con facilidad, hacer cálculos mentales suelen ser tachadas de “inteligentes” incluso más que aquellos que poseen otro tipo de habilidad como: dibujar, tocar un instrumento, redactar textos, por ejemplo.

Sin embargo Cabezón (2016) deja clara su postura al afirmar que la inteligencia matemática no se refiere solo al manejo y uso del lenguaje numérico, incluso expone que existen personas extremadamente dominantes de esta inteligencia pero a su vez no reflejan habilidades con los números. En este aspecto difiero con el autor, pudiese ser que Sáenz trata de ampliarnos el panorama sobre lo que pensamos respecto a la inteligencia matemática, sin embargo considero que el lenguaje numérico y las capacidades que formamos con ello son elementos sustanciales que acompañan de manera frecuente este tipo de inteligencia.

Ahora bien analizando el origen de la inteligencia lógico matemática, para Bassignana (2014), las matemáticas son un tipo de conocimiento que podemos aprender en cualquier momento de la vida, en un estado emocional motivante. Los estudios del cerebro de Godín (2013), han demostrado que las mismas conexiones neuronales que los adultos usan para resolver cálculos complejos están presentes y activas desde por lo menos los cuatro años de edad, lo que indica que desde pequeños nos estamos preparando para manejar información cuantitativa toda la vida.

Esto nos lleva a pensar que la inteligencia matemática no solo es para algunos sino que es parte de la naturaleza y de nuestro entorno, hace falta dar respuesta a las incógnitas que aún no permiten que comprendamos extensamente este tipo de inteligencia y como se desarrolla.

Nuevamente recurrimos a Gardner (1995), y su popular teoría de las inteligencias múltiples, en donde denomina este tipo de conocimiento como “Inteligencia Lógico-matemática” la cual se refiere a la capacidad para usar los números de manera efectiva y de razonar adecuadamente. Esto incluye la sensibilidad a los esquemas, relaciones lógicas, afirmaciones, las proposiciones, las funciones y otras abstracciones relacionadas. Así mismo expone que los niños que han desarrollado esta inteligencia analizan con facilidad los problemas, se acercan a los cálculos numéricos, estadísticas y presupuestos con entusiasmo.

Sin embargo lo que intentamos descubrir desde los procesos cerebrales es ¿cómo desarrollar este tipo de inteligencia? Aprender matemáticas requiere un esfuerzo mental que probablemente se ha traducido en cambios cerebrales históricamente en la especie humana, esos cambios estructurales en el cerebro los ha heredado el individuo desde la prehistoria a la actualidad, ya que se ha comprobado que el pensamiento matemático ha sido usado a través del tiempo. (Vargas, 2013). Con ello podemos establecer que las matemáticas evolucionaron provocando cambios en el cerebro que lo hicieron evolucionar también.

Ahora bien, aprender matemáticas implica un esfuerzo continuo, es decir desde los primeros años de vida se accionan procesos cerebrales simples como atención, observación y memoria hasta desarrollar procesos mentales más complejos como la organización de ideas, la comparación, el análisis, el razonamiento, seguir pasos, cumplir reglas y realizar toma de decisiones, (Starf, 1991).

Se ha descubierto que poseemos capacidades innatas relacionadas con el pensamiento matemático, a través de estudios prácticos como: aquel que consiste en mostrar a un niño de un año de edad dos objetos llamativos para después ocultarlos tras una pantalla, después intencionalmente se retira un objeto y solo aparece frente al sujeto uno de ellos, el niño permanece con la mirada sobre el objeto durante mucho más tiempo, como si estuviera sorprendido de un resultado no lógico, esperaría dos objetos y no uno. Esta y otras reacciones similares se estiman por los científicos como una capacidad innata de pensamiento numérico.

Cuando el infante inicia los procesos de adquisición de la matemática simbólica, para Hierro (2017) el cerebro emplea inicialmente el sentido visoespacial de la cantidad y luego lo combina con los símbolos matemáticos que están relacionados con el lenguaje, cuando se realiza un cálculo, ambos sistemas comienzan a trabajar.

Estos procesos se pueden realizar conjuntamente o en forma independiente. Los cálculos exactos dependen del lóbulo frontal izquierdo, lóbulo encargado del lenguaje y la asociación entre palabras. Las aproximaciones o estimaciones matemáticas emplean el hemisferio derecho, aunque también puede participar el hemisferio izquierdo.

Anteriormente mencionamos que las habilidades matemáticas provienen de las funciones cerebrales del hemisferio izquierdo, sin embargo no debemos descartar el uso de ambos hemisferios en este tipo de inteligencia, a pesar de tener conocimiento de ello es necesario saber, que el ser humano nace con la capacidad de aprender y de adquirir múltiples habilidades de todas los tipos de inteligencia que existen, en ocasiones unas en mayor cantidad que otras. Esta sorprendente capacidad humana se potencializará de acuerdo a los factores externos que intervengan en los procesos, es decir; las personas sanas nacen con un cerebro listo para recibir los estímulos que nos convertirán en seres inteligentes y dominantes.

Los condicionantes externos presentan mayor relevancia en el desarrollo de las Inteligencias, debido a que posibilitan una acción definida, sistemática y científicamente direccionada, hecho que en conjunto con los factores internos conduce a la obtención de efectos extraordinarios en sus manifestaciones. (Mendoza F. M., 2009).

Podemos interpretar que el autor relaciona estrechamente a las inteligencias, entre ellas la matemática con los estímulos a los que estamos expuestos durante el crecimiento así como con los que recibimos intencionalmente en los programas educativos. Sin embargo el autor maneja tres conceptos que no podemos dejar fuera: “definida” “sistemática” y “direccionada”.

No es tan común que los factores externos de la vida diaria estén definidos sistemáticamente o direccionados a desarrollar alguna habilidad específica, sin embargo en los espacios educativos cada actividad tiene una intención de aprendizaje, es ahí, donde los hallazgos de la neuroeducación deben estar presentes en estos factores externos, el diseño de cada actividad de aprendizaje además de tener un fundamento pedagógico debe estar científicamente direccionada a lo que se busca desarrollar, es decir se fundamenta en cómo funciona y aprende nuestro cerebro.

Pese a esto es acertado analizar la importancia de los estímulos que recogemos posterior a los factores externos que recibimos en la vida escolar:

En el caso particular de la inteligencia, o de las inteligencias, esto cobra preponderancia, pues se sabe que la apropiada estimulación desde las etapas más tempranas es la condición fundamental para garantizar la proliferación de las conexiones sinápticas, la dificultad de los enlaces neuronales y, consecuentemente, el desarrollo intelectual. Se conoce, por investigaciones realizadas por la Fundación Carnegie, de Estados Unidos, que al cumplir el niño o la niña un año de edad ya ha perdido un tercio del paquete de neuronas que tenía al momento del nacimiento, y que a los dos años tiene solamente la mitad del número total de células nerviosas que poseía al nacer. Este cuadro dramático nos alecciona sobre la necesidad de estimular de manera adecuada al niño y la niña desde que nace, e incluso desde su vida intrauterina, (Mendoza F. M., El cerebro, las inteligencias y los programas de educación, 2011).

Sin estar conscientes desde antes de nacer y hasta que logramos recordar hechos de la infancia nos encontramos recibiendo diversos estímulos, algunos de ellos potencializarán habilidades que nos conducirán a desarrollar inteligencia. En referencia a las matemáticas ha de ser estimulada con actividades que tengan que ver con el uso de relaciones cuantitativas, la utilización de la teoría de conjuntos, las nociones elementales de la matemática, la solución de problemas, la formación de habilidades intelectuales generales como la identificación, la clasificación, la agrupación, la comparación, la seriación, la modelación, realización de

experimentos sencillos, el uso de juegos mentales y acertijos numéricos como: la utilización de rompecabezas lógicos, (Larrazolo, 2013).

Por tanto, el estudio del cerebro y la inteligencia lógica matemática constituyen no una identidad, sino una unidad, que ha de concebirse de manera dialéctica, en la que a cada cual corresponde una función y donde en conjunto expresan el desarrollo de múltiples habilidades.

Capítulo III

Situaciones en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de primer grado

La actividad puntual de las operaciones básicas

Ilustración 1

Estudiantes de primer grado resolviendo sumas y restas



La observación participante como técnica de investigación fue fundamental para identificar las habilidades matemáticas en los estudiantes de primer grado, así como para el registro de la información específicamente detectada durante las actividades que se relacionan con la inteligencia lógico matemática y así iniciar una vinculación con los hallazgos de las neurociencias. El primer aspecto que se observó fue la rapidez en la resolución de operaciones de suma y resta con transformación de dos dígitos con resultados menores a 100.

Alrededor de tres veces por semana los estudiantes realizan como actividad puntual la resolución de cinco sumas y cinco restas de dos cifras que la docente titular escribe en el pizarrón, siempre en el mismo horario es decir: a las 8:00 am. Estas operaciones exigen una transformación en su fórmula por ejemplo: $26+29$, al sumar las unidades, 6 con el 9 el resultado es 14, los estudiantes deben colocar el 4 e identificar en el siguiente paso de la formula agregar una decena en la suma $2+2$ para obtener como resultado 54, mismo proceso que deben identificar de manera inversa en las restas.

Los factores que inciden en esta actividad son diversos y cada uno de ellos exige el accionar las funciones del cerebro para actuar, pensar, memorizar y

solucionar; el primer aspecto influye en la velocidad con la que los estudiantes copian las operaciones, pudiésemos pensar que esto no se relaciona con el pensamiento matemático sin embargo en esta característica se pone en juego la capacidad de atención y concentración del estudiante para copiar de manera más rápida así como la memorización de las cantidades que visualizan.

El siguiente aspecto es la rapidez para resolver cada una de las operaciones, dato que se midió en minutos debido a que los estudiantes pasan a verificar con el docente su actividad contestada para evaluar los resultados en donde obtienen un punto por cada acierto.

Este último nos permite analizar diversas situaciones, como una de las principales es: ¿Cuál es el método que utilizan los estudiantes para sumar o restar?, es decir: ¿Cómo cuentan? ¿Qué estrategias utilizan? ¿Qué recursos tienen al alcance? ¿Qué habilidades ponen en práctica? Por último además de la velocidad en la resolución se registraron las evaluaciones, por consiguiente: ¿Quiénes obtienen todos los resultados correctos? ¿Los estudiantes que terminan más rápido han obtenido los puntajes más altos?...

Los cerebros que suman y restan

Las observaciones consecutivas de una misma actividad permiten establecer síntesis de lo que está ocurriendo con los sujetos de estudio, de acuerdo con las observaciones y registros del primer factor que mencionamos anteriormente: “la rapidez en copiar las operaciones del pizarrón” nos llevó a delimitar como variable inicial la motivación del estudiante, recordemos que el cerebro transmitirá señales incluso con más rapidez en relación con los estímulos que recibe, la actividad puntual de sumas y restas se ha vuelto una actividad rutinaria para los estudiantes que también carece de un mensaje significativo ya que su intención pedagógica es la práctica y la repetición de un proceso matemático.

Esta variable se estableció de acuerdo a los datos que arrojan los registros, los cuales exponen que en ocasiones los estudiantes se muestran “sin ganas” la observación participante nos facilita realizar entrevistas de manera inmediata ante estas situaciones, en donde las repuestas más frecuentes son: “no dormí bien”, “no

desayune”, “es aburrido”; factores que intervienen en la motivación del estudiante para realizar la actividad de manera rápida, no obstante los estudiantes que se muestran entusiasmados por la actividad, exponen que les causa satisfacción terminar rápido y obtener mayor puntaje que sus compañeros.

Es importante no generalizar debido a que los estudiantes presentan emociones distintas de acuerdo a las situaciones que viven en la vida diaria; esto nos lleva a pensar en la relevancia de identificar los aspectos detonadores de motivación en cada una de las actividades como: los juegos, las competencias y las pruebas de desempeño.

Además de la motivación existe un elemento esencial en cualquier actividad que realizamos; la concentración, los estudios del cerebro de Manes (2015), afirman que la capacidad de concentración total de un adulto en una actividad específica no supera los 15 minutos de tiempo, debido a que el cerebro busca estímulos de oxigenación que lo estimulen, proceso que recae en la distracción, ahora bien en niños la capacidad de concentración total es un proceso aún más complejo de conseguir.

Los registros de observación no determinan lo contrario, ya que es común que el estudiante tenga distracciones diversas como voltear hacia la ventana o conversar con un compañero mientras copia del pizarrón, sin embargo al momento de iniciar con la resolución la concentración aumenta en un 90% de los estudiantes.

Otro aspecto que interviene en este proceso es la capacidad de memorizar: de 31 estudiantes al menos 20 escriben las cantidades por pares es decir; observan en el pizarrón la suma $26+29$ y después escriben en su libreta “29” voltean nuevamente y escriben “26” junto con el signo correspondiente, sin embargo los otros 11 estudiantes observan la operación y son capaces de escribir la operación completa lo cual refleja que su capacidad de memorizar es mayor, incluso repiten en voz baja lo que observaron para escribirlo, este aspecto favorece a que sean más rápidos en la resolución de la actividad matemática.

Uno de los momentos más relevantes durante la observación y el registro, ocurre cuando los estudiantes resuelven las operaciones matemáticas, el proceso que realizan durante el conteo, adicionando y sustrayendo cantidades, aunque todos siguen la misma estructura para sumar o restar, la estrategia de conteo que utilizan es diferente: el método más común que se observó es: a través del uso de los dedos, razón por la cual en esta estrategia se establecieron tres niveles.

En el primero se ubicaron aquellos estudiantes que ponen sus dedos para todos los números que están sumando o restando y además usan un recurso extra para verificarlo: por ejemplo: para sumar $6+7$ el estudiante coloca seis dedos, luego va adicionando utilizando nuevamente los dedos de sus manos, sin embargo no es suficiente observar solo los dedos, sino también tocarse las mejillas o tocar la banca con cada dedo para contar, a lo cual llamamos: “recurso extra”, este proceso ocurre porque el estudiante necesita un estímulo sensorial para verificar su conteo. De acuerdo con las observaciones 4 estudiantes de 31 utilizan este método para resolver.

Ilustración 2

Estudiante utilizando los dedos para contar



Los análisis de Vargas (2013), exponen al respecto que en la medida que el estudiante va adquiriendo el aprendizaje de la matemática simbólica, es sustancial el uso del cuerpo para realizar cálculos, especialmente el uso de los dedos para contar y realizar operaciones básicas, debido a que este proceso pone en función la corteza motora y sensorial.

El cerebro emplea inicialmente el sentido viso-espacial de la cantidad para luego combinarlo con los símbolos matemáticos que aprende y que están relacionados con el lenguaje. (Hierro, 2017). Por lo tanto, podemos estimar que estos estudiantes se encuentran perfeccionando un proceso matemático al utilizar los dedos para contar, es decir se encuentran en una etapa preliminar de lo que puede convertirse en una habilidad matemática.

En el segundo nivel ubicamos aquellos estudiantes que utilizan sus dedos para contar las cantidades que visualizan, pero no necesitan un “recurso extra” es decir; usan solo la observación de un objeto en este caso sus dedos, para realizar el conteo, esto significa que estos estudiantes han dejado de depender en menor

cantidad de un estímulo sensorial, en cambio el sentido visual sigue siendo predominante.

En los estudios de Rardford (2009), se especifica que cuando los infantes inician procesos de conteo, suelen tocar o indicar con un gesto los objetos contados; las acciones y gestos suponen una orientación en el espacio, sin la que el conteo pueda perderse. De manera frecuente, cuando algunos alumnos están contando varios objetos frente a ellos, "pierden" la cuenta debido a la falta de orientación espacial entre lo que ha sido tocado o indicado a través del gesto y aquello que queda por contar.

Esto también significa que a diferencia de lo que puede ocurrir con aquellos alumnos del primer nivel que aun utilizan gestos, los 8 estudiantes que identificamos en el segundo nivel inician a dominar lo que sería una pérdida en el control de las acciones y de la posición respecto a los objetos que están siendo contados.

Por ultimo en el tercer nivel de esta estrategia se ubicaron aquellos estudiantes que inician un proceso de cálculo mental: por ejemplo: en la suma $9+6$ el estudiante solo usa sus dedos para colocar el segundo número y con ello realiza la operación matemática lo cual refleja que la cantidad 9 ya fue procesada de manera mental. Cuando los alumnos utilizan un sistema cuantitativo no verbal, es decir; en el que es posible que establezca los valores de los números, por ejemplo, comprende sin dificultad el significado del número 9 generado por nueve unidades.

Siguiendo los estudios de Bravo (2010) en este sistema participa la región más activa e importante en la resolución de problemas numéricos, el segmento horizontal del surco interparietal (HIPS). El autor expone que su activación aumenta cuando se hace una estimación de un resultado aproximado, cuando realizamos un cálculo exacto. Aspecto que contribuye a la activación de esta región exige que el cerebro se encuentre en un estado relajante. De acuerdo con los registros 11 estudiantes logran resolver mostrando inicios de este proceso.

El último método que fue posible observar puede definirse como una capacidad matemática, algunos estudiantes han podido resolver las operaciones de

manera mental, es decir no usan los dedos ni tampoco objetos para realizar sus cálculos o representar alguna de las cantidades, se ha podido observar que los estudiantes dicen en voz baja las cantidades y después anotan el resultado es decir; rectifican las cantidades de manera oral y después realizan el cálculo. Se detectaron solo seis estudiantes con el dominio total de esa cualidad, de los métodos utilizados y de acuerdo con los registros los estudiantes que realizan cálculos mentales terminan de manera más frecuente con mayor rapidez.

Para Radford (2009), el cálculo mental se trata de un sistema de memoria activo que se encarga del almacenamiento temporal de información y el procesamiento concurrente de la misma. Este modelo clásico planteado por el autor, está compuesto por un diligente central, sin capacidad de almacenamiento propio, y dos subsistemas supervisados por este: el bucle fonológico y la agenda viso espacial, encargados de almacenar por breves períodos de tiempo una cantidad limitada de información verbal y visual, respectivamente.

Esto ocurre en las etapas tempranas de las operaciones aritméticas, específicamente en el proceso de codificación visual o fonológica de la información y, a su vez, en el mantenimiento de dicha información para su procesamiento, así como el sostenimiento de resultados parciales para su integración subsecuente. (Radford, 2009).

Otra de las aportaciones de Formoso (2017), explican que al encontrarse frente a un problema aritmético presentado verbalmente se activan representaciones almacenadas en la memoria de largo plazo sobre el significado de las palabras en general, así como términos específicos que permiten seleccionar los algoritmos necesarios para resolver la operación. Si seguimos esta aportación entonces, la habilidad verbal que poseen los estudiantes influye en su capacidad de realizar cálculos de manera mental.

Realizar un cálculo de adición o sustracción de manera mental proviene de un proceso cerebral más complejo, debido a que el estudiante pone en práctica en un solo momento la memorización de los números que está observando es decir sus conocimientos previos para transformarlos en una nueva cantidad sin la

necesidad de observar directamente con objetos concretos como: los dedos o fichas, que aumento o disminuyó el resultado. Con ello podemos afirmar que estos seis estudiantes han desarrollado una capacidad matemática que sus otros compañeros aun no dominan por completo, por lo tanto será necesario centrar las observaciones en estos sujetos.

Competencias y capacidades matemáticas en los estudiantes de primer grado

Tomando en cuenta las bases teóricas de la didáctica de las matemáticas, así como los hallazgos de la neuroeducación, se desarrolló un instrumento aplicable a los estudiantes para detectar sus habilidades y destrezas del pensamiento matemático, con el objetivo de dar seguimiento aquellos que presentan un nivel de pensamiento matemático más avanzado. A pesar de que esta prueba pudiese interpretarse como examen, su finalidad no es medir la inteligencia, sino descubrir el tipo de funciones mentales que los estudiantes ponen en práctica en cada uno de los ejercicios.

La prueba de competencias matemáticas para estudiantes de primer grado se diseñó para identificar el nivel de alcance de habilidades de pensamiento matemático en los estudiantes, con el objetivo de contrastar los resultados con aquellos estudiantes que presentaron la capacidad de cálculo mental durante la resolución de sumas y restas, La prueba consta de un total de diez ejercicios diseñados para detectar lo siguiente:

- Orientación espacial de cantidad
- Conceptos de Comparación
- Seriación por atributo
- Seriación por patrón fijo
- Clasificación
- Conteo resultante
- Principio término a término.
- Adicción

- Sustracción
- Calculo informal

Estas competencias ponen en función diversos procesos del cerebro como la atención sostenida/fija, la memoria a corto plazo, la planificación, la observación; por lo cual los ejercicios que se diseñaron para la prueba se proponen en base a las aportaciones de la neuroeducación, especificando las funciones cerebrales y cognitivas que el estudiante pondrá en práctica en cada uno de los apartados, debido a que cada actividad se diseñó relacionando la didáctica de las matemáticas con los procesos de pensamiento.

Es importante mencionar que el diseño de esta prueba se basó principalmente en los fundamentos de ejercicios de test ya elaborados y certificados como el “Test de Evaluación Matemática Temprana” (TEMT-U) el cual es un instrumento que evalúa las competencias básicas de la matemática en las áreas específicas de Comparación, Clasificación, Correspondencia, Seriación, Conteo Verbal, Conteo Estructurado, Conteo Resultante y Conocimiento General de los Números en niños y niñas de edades entre cuatro a ocho años de edad.

Sin embargo la prueba que se presenta a continuación no pretende medir niveles de inteligencia sino descubrir las funciones mentales que se ponen en práctica durante la resolución de ejercicios.

Prueba de competencias matemáticas

Rango de edad: 6-7 años.

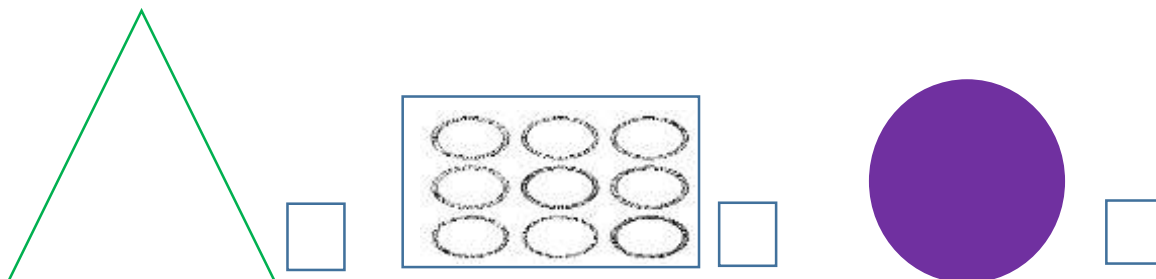
Ejercicio 1: Observa las filas de puntos y **sin contarlos** señala con una X en cuál de las dos filas hay más cantidad de puntos.

.	
.	

Esta actividad permite poner en práctica una de las habilidades matemáticas que se desarrollan a temprana edad. Quevedo (2017) Pone de manifiesto que un niño es capaz de diferenciar tempranamente dónde hay más elementos y dónde hay menos, sin poder aún cuantificar cuántos elementos existen en cada conjunto.

En los estudios de Butterword (1999), se analiza que de manera frecuente, la siguiente situación: “cuando algunos alumnos están contando varios objetos frente a ellos, "pierden" la cuenta debido a la falta de orientación espacial”, por lo que al observar e identificar en que fila hay más objetos sin contarlos estarían demostrando su capacidad de ubicación espacial en el dominio de cantidades.

Ejercicio 2. Señala con una X cuál de los siguientes elementos es el más grande.



En esta actividad se propone evaluar la competencia matemática en relación a las situaciones de comparación. Este aspecto se refiere al uso de conceptos de comparación entre dos situaciones no equivalentes relacionados con el cardinal, el ordinal y la medida, es decir: el más grande, el más pequeño, el que tiene más, el que tiene menos. La actividad pondrá a prueba al estudiante sobre las interpretaciones que tiene con estos conceptos ejerciendo su pensamiento lógico para localizar cuál de las figuras es más grande por su tamaño y no por la cantidad de objetos que posee, (Etchepare, 2012).

Ejercicio 3. Señala con una X cuál de las siguientes series de números esta ordenada.

- 3 6 9 2 4 6
- 1 10 2 20 3 30 4 40
- 5 10 15 20 25 30

Ejercicio 4. Completa con un dibujo la siguiente serie.

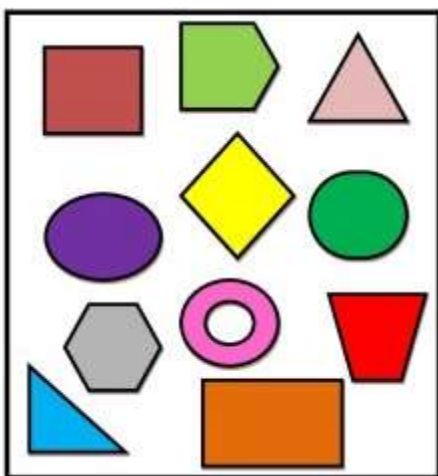


En los ejercicios 3 y 4 se propone evaluar las habilidades matemáticas de seriación; en la primera actividad el estudiante debe identificar cuál de las tres series tiene un orden lógico y numérico es decir; el ejercicio se basa en que el estudiante utilice el concepto que tiene de los números para señalar un orden de menor a mayor de acuerdo al lenguaje numérico.

La psicóloga Sara Tarrés expone en su sitio web que la seriación es una actividad que opera al establecer relaciones comparativas entre los elementos de un conjunto y el orden según sus diferencias lo cual pone en función diversas capacidades del cerebro como: la orientación. Así mismo nos dice que el estudiante que no domina el concepto de seriación, difícilmente podrá consolidar completamente el concepto de número.

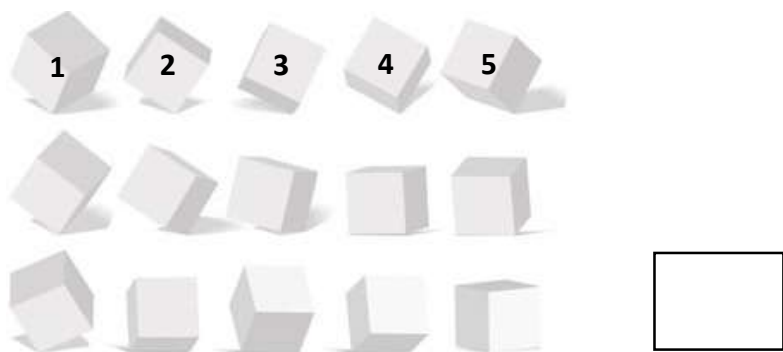
En la segunda actividad se propone trabajar la seriación utilizando un patrón matemático, de acuerdo con Chamorro (2005), la seriación es un conjunto ordenado de objetos según un determinado criterio, ese criterio puede ser de dos tipos: establecer la gradación de un determinado atributo, o bien la aplicación de un criterio fijo o patrón. En la actividad se plantea una serie en función de la forma de los objetos para que el estudiante logre identificar el patrón establecido en la secuencia y coloque el elemento siguiente.

Ejercicio 5. Observa el conjunto de figuras y dibuja en el rectángulo las figuras que tienen cuatro lados.



En la actividad anterior se propone trabajar la competencia matemática de clasificación a través del agrupamiento de figuras basándose en una característica. Se pretende conocer si los estudiantes son capaces de visualizar las semejanzas y las diferencias en las figuras para establecer un grupo con ellas. Siguiendo a Vázquez (2009), la clasificación es un instrumento intelectual que permite al individuo organizar mentalmente el mundo que le rodea. Cuando el estudiante clasifica y activa su sistema de organización de su propio pensamiento, vinculando un proceso de proporción y coherencia lógica. La complejidad de la actividad radica, en la capacidad visual del estudiante para relacionar y agrupar las figuras haciendo coincidir sus aspectos cuantitativos.

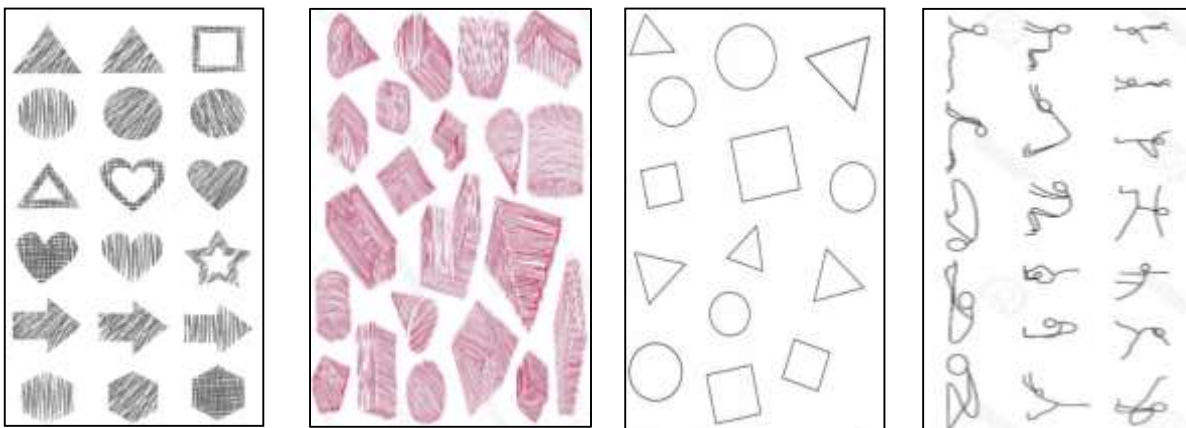
Ejercicio 6. Sin señalar con los dedos u otro objeto escribe en el rectángulo la cantidad de cubos que hay en la imagen.



En matemáticas el conteo resulta ser una actividad fundamental, por ello en esta actividad se propone que los estudiantes identifiquen cantidades sin señalar, debido a que se pretende sean competentes al analizar lógicamente el orden establecido de los cubos, los números indicados en la primera fila se colocaron intencionalmente para generar una respuesta de cálculo mental, es decir, pondrán a prueba una actividad mental más compleja que involucra poner en función diversas habilidades mentales al mismo tiempo, incluso si lo resuelven contando uno a uno, sin señalar estarán trabajando la ubicación espacial al mismo tiempo que realizan el proceso del conteo.

Cuando los estudiantes comienzan procesos de conteo primero recurren a utilizar herramientas como el uso de los dedos, cuando este aumenta su capacidad en este proceso el cerebro crea nuevas conexiones y la información se va consolidando. Cuando esta información está asentada e integrada en la memoria a largo plazo, la actividad del cerebro se estabiliza y automatiza. Consecuentemente, el estudiante que identifica cantidades sin usar herramientas basándose en un orden lógico, estaría demostrando una habilidad con principios matemáticos. (Pizarro, 2016).

Ejercicio 7. Une con una línea los rectángulos que contienen la misma cantidad de figuras.



En el ejercicio siete se pretende evaluar la competencia matemática de referencia uno a uno, esto pretende poner en función la habilidad del estudiante de identificar la correspondencia de objetos con formas diferentes pero, en cantidades iguales. Con esta actividad se pondrá en práctica el lenguaje verbal de las matemáticas, de acuerdo con Cofré (2003), el proceso cognitivo que se trabaja durante esta actividad es el de relacionar, la correspondencia uno a uno es esencial para que el estudiante adquiera el concepto de número, cuando el estudiante realiza la acción de parear está adquiriendo nociones de orden.

El principio “término a término” necesita, de manera implícita que el alumno realice una correcta tarea de enumeración, que le permita no dejar elementos sin contar, por lo que su capacidad de concentración y memorización es fundamental. Si el estudiante no memoriza a corto plazo las cantidades que ha contado en cada

uno de los rectángulos será difícil que establezca la correspondencia de manera rápida y acertada, o causará que cuente demasiadas veces cada conjunto, sin en cambio si logra realizarlo de manera eficaz en un solo intento estaría demostrando además de la consolidación del concepto de número la capacidad de retener información numérica y utilizarla para crear una relación de cantidades. (Chamorro, 2005).

Ejercicio 8: Coloca una X en la cantidad que da respuesta a lo siguiente: Un boleto de circo para niño cuesta 35 pesos y 45 pesos para un adulto, si el niño Miguel va con su abuelita ¿Cuánto deben pagar por sus boletos?

70 pesos

75 pesos

80 pesos

10 pesos

Ejercicio 9: Coloca una X en la cantidad que da respuesta a lo siguiente: El conserje limpiará 40 ventanas en total y hasta hoy lleva 12 ¿Cuántas le faltan por limpiar?

38 ventanas

28 ventanas

52 ventanas

38 ventanas

Ejercicio 10: Coloca una X en la cantidad que da respuesta a lo siguiente: Alex tenía 24 carritos en su cumpleaños le reglaron 5, pero en el día de campo perdió 9 ¿Cuántos carritos tienen ahora?

16 carritos

31 carritos

25 carritos

20 carritos

Para la elaboración de los últimos tres ejercicios se tomó en cuenta el contenido curricular de las matemáticas correspondiente a primer grado de primaria, con el propósito de evaluar una de las capacidades del pensamiento matemático más relevantes: la resolución de problemas. Siguiendo el informe de Cortés, “el procedimiento de las matemáticas exactas se basa en la aplicación de algoritmos; lo cual se refiere a la capacidad para combinar mentalmente valores, para a partir

de ahí crear un nuevo valor sin haberlo observado previamente” (2019). La función cerebral predomina en el hemisferio izquierdo, en este caso la expresión verbal de la cantidad es fundamental, con ello surge una relación con la capacidad lingüística.

El ejercicio ocho consta de un problema de uso cotidiano en dónde el estudiante debe utilizar el algoritmo de la adicción para resolver. El ejercicio nueve tiene la misma intención pero con el algoritmo de sustracción, para dar solución a estos dos problemas el estudiante deberá utilizar su concepto numérico para acudir a los algoritmos matemáticos de suma y resta, en este proceso aplicará habilidades de conteo e incluso de cálculo mental debido a que la resolución de problemas implica que el estudiante tenga autonomía para buscar un método que le permita resolver.

Autores como Martínez (2007), explican que durante el desarrollo de actividades con algoritmos se altera el consumo de oxígeno y de glucosa de los lóbulos frontal y parietal del cerebro y particularmente en este último en una región denominada surco intraparietal (HIPS) lo que indica que estas regiones específicas del cerebro se activan al realizar tareas aritméticas. Por lo que los estudiantes estarían aplicando su destreza matemática poniendo en función diversos procesos mentales a la vez.

En otro aporte de Rico (1995), explica en su informe que una de las tesis de Jean Piaget expone a manera de síntesis que los conceptos más elementales del número no estarían completamente desarrollados a los siete años de edad, siguiendo este planteamiento podemos deducir que aquellos estudiantes que logran resolver estos problemas estarían demostrando tener un dominio básico del concepto del número y por ende presentar mayor habilidad matemática de acuerdo a su edad.

El último ejercicio de la prueba se plantea con una intención fundamental: que el estudiante utilice los algoritmos de suma y resta en un mismo problema para llegar a la solución, este aspecto estaría presentando una abstracción a la situación, es común que el estudiante espere llegar a solución solo con una operación

matemática, por lo que tendrá que reflejar su habilidad de concentración para identificar que no es posible resolver con un solo cálculo.

Si el estudiante es capaz de identificar este aspecto activará su pensamiento para relacionar lo que debe hacer para llegar a la respuesta, creando en un solo momento toda una estructura de conocimientos, relacionando números y algoritmos en su cerebro, poniendo en práctica el concepto consolidado de los números verbal y escrito, la capacidad de atención, memorización a corto plazo e incluso habilidades superiores como el cálculo mental.

Criterios para la evaluación de la prueba matemática

Para evaluar los resultados de la prueba se utilizaron dos aspectos: la resolución acertada de cada ejercicio y el tiempo total de la resolución. Los primeros siete ejercicios exigen el dominio de una sola competencia matemática por lo que cada ejercicio acertado equivale a la obtención de un acierto, mientras que los ejercicios: ocho y nueve tendrán el valor de dos aciertos. Por último el ejercicio diez debido a que presenta mayor dificultad, la obtención de tres. Obteniendo que el puntaje total de la prueba equivale a 14 puntos.

La aplicación de la prueba también exige el registro del tiempo, con ello se pretende comparar los resultados con el tiempo total de la resolución para identificar y establecer habilidades de rapidez e inteligencia matemática en aquellos estudiantes que hayan obtenido los puntajes más altos.

Tabla 0.1

Puntaje de la prueba matemática

Habilidad matemática	Puntaje
1. Orientación espacial de cantidad	1
2. Conceptos de Comparación	1
3. Seriación por atributo	1
4. Seriación por patrón fijo	1
5. Clasificación	1
6. Conteo resultante	1

7. Principio término a término.	1
8. Adicción	2
9. Sustracción	2
10. Calculo informal	3
Total	14 puntos.

Aplicación y resultados: Un inesperado ambiente de investigación

Parte del diseño y aplicación de instrumentos de la presente investigación se llevaron a cabo durante el periodo de contingencia debido a las complicaciones del virus Covid-19, las autoridades de México ordenaron como medida sanitaria suspender las actividades escolares de manera presencial, sin embargo, fue posible gestionar con las autoridades educativas de la escuela primaria, enviar la prueba matemática de manera digital por la aplicación de WhatsApp, a una muestra de 22 estudiantes de primer grado que tienen las condiciones socioeconómicas de utilizar a través de sus tutores esta red social digital.

Se enviaron indicaciones específicas a los tutores con el objetivo de que los estudiantes pudieran resolver la prueba sin ningún tipo de ayuda (ver anexos) así, como especificaciones para enviar los resultados que obtuvieron en cada uno de los ejercicios. Este escenario permitió cumplir con las indicaciones nacionales correspondientes por la pandemia de Covid-19, así como también, obtener datos cuantitativos de la prueba matemática, sin embargo esta adaptación inesperada puede alterar los resultados de la prueba debido a la imposibilidad de continuar con los procesos de la observación participante.

En las tablas posteriores se especifican los resultados que se obtuvieron de la prueba, de acuerdo a los puntajes obtenidos por los estudiantes en cada ejercicio. Como se mencionó anteriormente, se propuso señalar los resultados de aquellos estudiantes que mostraron habilidades de cálculo mental en la resolución de sumas y restas así como el registro del tiempo que tardaron en resolver con el objetivo de crear una relación de la capacidad que poseen con los resultados que obtuvieron

en la prueba. Recordemos que cada uno de los ejercicios evalúa diferentes tipos de competencia matemática.

El cerebro tiene un nivel inmensurable de plasticidad por lo tanto es predecible que aquellos estudiantes que ya han mostrado habilidades matemáticas obtengan mejores resultados, sin embargo otro de los propósitos de aplicar la prueba es descubrir las competencias matemáticas que predominan en los estudiantes lo cuales se muestran en una gráfica.

Tabla 0.2

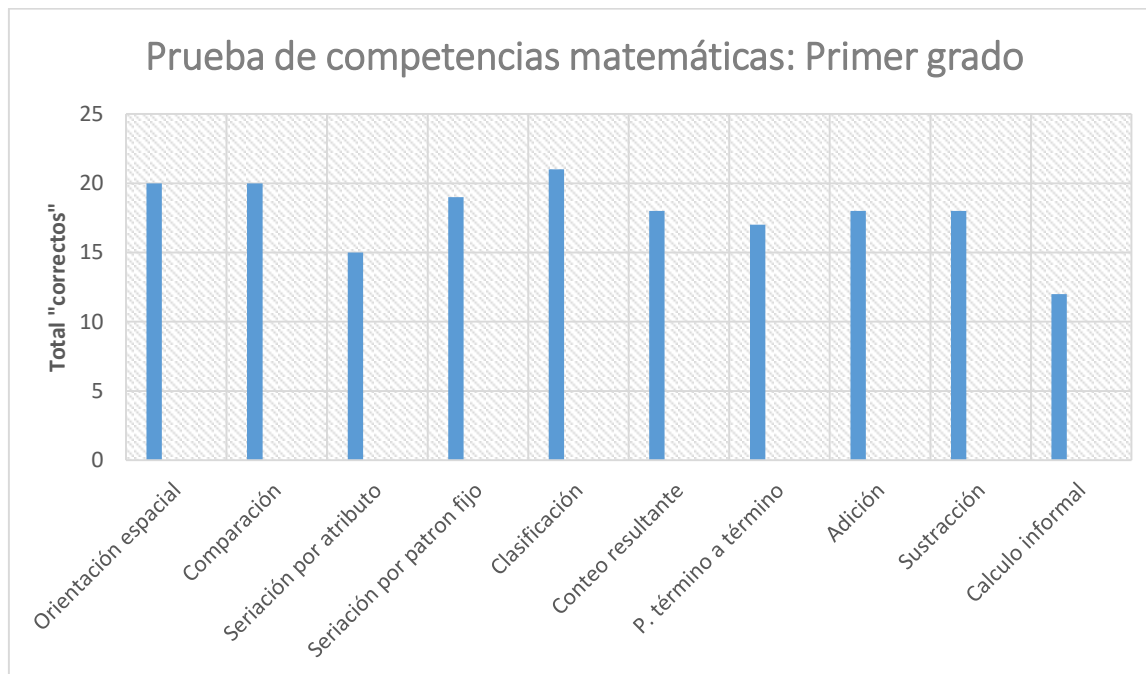
Resultados Generales de la Prueba Matemática

Prueba de competencias matemáticas para estudiantes de primer grado		
Muestra: 22 estudiantes		
Habilidad matemática	Correctos	Incorrectos
1. Orientación espacial de cantidad	20	2
2. Conceptos de Comparación	20	2
3. Seriación por atributo	15	7
4. Seriación por patrón fijo	19	3
5. Clasificación	21	1
6. Conteo resultante	18	4
7. Principio término a término.	17	5
8. Adición	18	4
9. Sustracción	18	4
10. Calculo informal	12	10

Los resultados muestran que las competencias con mayor cantidad de resultados correctos son: “Clasificación”, el 95% de la muestra domina esta competencia, la cual se refiere a la capacidad de clasificar de acuerdo a características particulares de los objetos, en este proceso se pone a prueba la atención fija, la observación, la memoria a corto plazo y la relación.

Figura 1

Total de Correctos en la Prueba Matemática



Con resultados muy similares: “orientación espacial de cantidad” y “conceptos de comparación” el 91% de la muestra presenta dominio para identificar cantidades en un determinado espacio utilizando la observación, lo cual exige habilidades de observación y atención, así como también identifican similitudes y diferencia en conceptos de comparación como: “el más grande” “el más pequeño” “el que tiene más”, lo cual refleja las bases del concepto de número.

Otro de los resultados que podemos detectar, son aquellas competencias que presentan menor dominio, tal como: “seriación por atributo” en dónde solo el 68% obtuvo resultados positivos, en esta competencia matemática se pone a prueba además de procesos cognitivos básicos como la atención, la memorización, la observación, otros procesos más complejos como el dominio del lenguaje matemático y la orientación espacial.

La competencia matemática que obtuvo el menor resultado fue: “calculo informal” misma a la que se le asignó mayor puntaje debido a su dificultad de abstracción, los resultados muestran que solo 12 de 22 estudiantes resolvieron adecuadamente lo cual corresponde al 54% de la muestra, para resolver este

ejercicio los estudiantes tuvieron que poner a prueba las bases de las demás competencias matemáticas, debido a la modalidad de la aplicación de la prueba no fue posible observar los métodos que utilizaron para resolver.

Ahora bien, los resultados de la observación participante en la actividad puntual de sumas y restas nos mostraron los siguientes datos cuantitativos.

Tabla 0.3

Métodos utilizados en sumas y restas

Método de resolución	Cantidad
Uso de los dedos u objetos para todas las cantidades	4 estudiantes
Uso de objetos solo para algunas cantidades	19 estudiantes
Cálculo mental y dominio de algoritmos	6 estudiantes

Asignando al último método como “una capacidad matemática” debido a los procesos mentales que deben dominarse para realizar cálculos mentales. El instrumento de la prueba que se aplicó tuvo como objetivo obtener datos numéricos así como observar los métodos que utilizaban los estudiantes para resolver, no obstante al no poder observarlos se propuso analizar de manera significativa solo los siguientes datos:

Tabla 0.4

Puntajes más altos de la prueba matemática

Estudiantes con los mayores puntajes		
Puntaje total de la prueba: 14 puntos		
Nombre	Puntaje	Tiempo
Ian	11 puntos	17 minutos
Luis	11 puntos	11 minutos
Yamileth	11 puntos	14 minutos
Keyla	12 puntos	14 minutos
Alfonso	12 puntos	20 minutos
Fernanda	12 puntos	17 minutos
Guillermo	12 puntos	15 minutos

Alexander	12 puntos	18 minutos
Romina	13 puntos	10 minutos
Elías	13 puntos	15 minutos
Alison	14 puntos	10 minutos
Christofer	14 puntos	13 minutos

Nota: En la tabla se remarca con amarillo aquellos estudiantes que presentaron habilidades de cálculo mental en las observaciones durante la resolución de sumas y restas.

Tal como se esperó, los seis estudiantes que presentaron habilidades de cálculo mental en la resolución de sumas y restas se encuentran entre los que obtuvieron mayor puntaje en la prueba, incluso dos de ellos resolvieron correctamente todos los ejercicios. Si bien la prueba no tenía un tiempo límite, podemos deducir que no varía en mayor cantidad entre un estudiante y otro, el tiempo promedio siguiendo la tabla anterior es de 13 minutos.

Estos resultados se asimilan a las aportaciones de Formoso (2017), quien nos explica que la influencia en el cálculo mental, es decir; la resolución de problemas de pensamiento matemático de forma eficaz, ha sido considerada un logro básico y necesario sobre el que posteriormente pueden construirse conceptos matemáticos de mayor complejidad. Por lo tanto el estudiante necesita estimular y poner en función diversos procesos mentales para ir construyendo con mayor rapidez nuevas habilidades y destrezas.

Capacidades y procedimientos del pensamiento matemático en situaciones problemáticas

Para analizar los procedimientos, acciones y métodos que los estudiantes emplean al enfrentarse a tareas más complejas como: la resolución de problemas matemáticos y su relación con las neurociencias, fue necesario acudir a técnicas de recolección de información como los registros anecdóticos y el diario del docente, mismos que se pudieron obtener durante las observaciones dentro del aula.

Según Muñoz (2010) el registro anecdótico es un formulario sobre un pasaje significativo de la conducta, es un registro sobre un episodio del estudiante una en acción; cualquier narración de eventos en los cuales el estudiante toma parte, como para revelar algo que puede ser significativo acerca de su personalidad.

En esta investigación, el registro anecdótico se utilizó únicamente para dar seguimiento a los estudiantes que presentan mayor habilidad matemática, los sucesos que se registraron se explican de acuerdo con Herrero (2010) con las siguientes características: Aquellas en las que el observador simplemente registra las observaciones tan objetivamente como le es posible sin incluir ninguna interpretación en el registro escrito. Son descripciones o relatos concretos y específicos. Se realizó de esta manera con el objetivo de profundizar en las interpretaciones y el análisis de la información registrada.

De la misma forma esta técnica se implementó únicamente durante situaciones de problemas matemáticos con los estudiantes de primer grado de primaria durante febrero y marzo del presente año. Para analizar los procedimientos mentales que los estudiantes realizan no solo en problemas escritos o dictados por el maestro, se utilizó el tipo de situaciones problemáticas de acuerdo a la siguiente síntesis:

- El problema debe explorar y desarrollar ideas matemáticas, a través del razonamiento, uso de estrategias, así como diversos ciclos de prueba o revisión y no solo a través de algún proceso algorítmico.
- El problema debe estar contextualizado en situaciones cercanas al mundo del niño. No siempre han de ser situaciones reales entendidas desde la perspectiva adulta.
- Debe provocar el interés del niño para buscar la solución, esto puede fomentarse a través del uso de diferentes representaciones (verbales, físicas, gráficas...), requiriendo que el niño manipule, transforme o modifique materiales.
- El problema debe ofrecer distintos niveles de solución y esta no ha de ser una respuesta corta.

- La estructura matemática ha de poder generalizarse a distintas situaciones para que el niño pueda realizar generalizaciones.
- El problema debe ser comprensible, estar al alcance de todos los niños, de manera que estén convencidos de que pueden resolverlo y saber cuándo han alcanzado una solución, (Piñeiro, 2017).

El formato que se utilizó para organizar la información se nombra según Marroquín (2014), como: Hojas acumulativas de registro anecdótico, las cuales constan de registrar en un solo archivo de manera continua las anécdotas de los estudiantes. La información con mayor relevancia se clasificó en la siguiente tabla.

Tabla 0.5

Registro anecdótico

Escuela Primaria: Tierra y Libertad			
Curso: Matemáticas			
Observador: Docente en formación			
Situación: Resolución de problemas matemáticos con suma y resta			
N.	Fecha	Lugar	Suceso
1	13/02/2020	Aula de clases	Durante la resolución de un problema del libro de texto Lizet comenzó resolviendo “poniendo los números en la mente”, antes de poner el resultado rectificó algunas cantidades con los dedos, escribe al mismo tiempo que resuelve.
2	19/02/2020	Aula de clases	Para resolver problemas planteados por el docente, Christofer anota primero toda la información del problema, después inicia a resolver, no se observa uso de los dedos u objetos, sus resultados son correctos.
3	26/02/2020	Durante el recreo	Mientras desayunábamos en la mesa del patio: Yamilet llegó con una bolsa de frituras, Ximena preguntó: ¿pues cuánto

			dinero te dan?, ella responde: 15 pesos. Ximena: te alcanza como para 3 bolsas. Yamilet: no es cierto solo para 2 porque valen a 7.
4	02/03/20	Aula de clases	Durante la clase se planteó lo siguiente: $20 + 26 = 46$ $40 + 6 = 46$ ¿Qué otra suma nos puede dar 46? Casi inmediatamente Sofía responde: $23 + 23$. ¿Cómo lo resolviste? “Sumando el 2 con el 2 y el 3 y el 3”
5	11/03/20	Aula de clases	La primera actividad en la clase de matemáticas consistió en la resolución de dos problemas de la vida cotidiana, la por tercera vez consecutiva fue el primer estudiante en terminar, sus resultados fueron correctos, no se observó en él, uso de los dedos u objetos para contar, demuestra dominio y rapidez en el uso de los algoritmos de suma y resta.
6	12/03/20	Durante la sesión “la tiendita” en el patio escolar.	En una simulación de compra y venta de productos con dinero falso, Romina estaba encargada de vender, Guillermo tomó un producto de \$15 pesos y lo pagó con un billete de \$50 y enseguida se retiró, Romina le dijo: “no te vayas te sobran 35”.
7	16/03/20	Aula de clases	Durante la resolución de dos problemas matemáticos Alison se acercó al pizarrón y dijo: “Maestro no le entiendo al primero” después de leerle el problema de manera

			individual: “Mi papá tenía 95 pesos y gastó 30, ¿Cuánto dinero le sobró? Alison se quedó pensando unos segundos y dijo: ah son 65 y se retiró a su lugar.
--	--	--	---

La mente matemática de los estudiantes de primer grado

La información que se obtuvo con este tipo de registro nos hace cuestionarnos y asombrarnos sobre la cantidad de procesos mentales que ocurren en cada uno de los cerebros de los niños, pudiera parecernos simple, pero si analizamos cada situación a profundidad podemos descubrir las habilidades que han desarrollado estos estudiantes al enfrentarse a situaciones problemáticas que exigen, sobre todo la combinación del lenguaje verbal y el uso del lenguaje numérico.

Es común que en las aulas los docentes enfoquen su atención en aquellos estudiantes que presentan dificultades para resolver los problemas matemáticos, debido a que se busca que todos los alumnos alcancen ciertos rangos o niveles de aprendizaje especificados en los programas de estudio, ante este tipo de demanda, aquellos estudiantes que sobresalen dejan de ser motivo de interés para los docentes es decir; un docente buscará estrategias para enfrentar posibles barreras de aprendizaje en los integrantes de su clase que presentan problemas, pero ¿buscan estrategias para potenciar las habilidades de aquellos que destacan?

Si analizamos lo que ocurre en la mente de los estudiantes que enfrentan con éxito las situaciones matemáticas tal vez podríamos encontrar respuestas sobre el tipo de estímulos que carecen o hace falta fortalecer en aquellos a los que se dificulta, pero para ello, deberemos indagar una vez más en la asombrosa investigación del funcionamiento cerebral en situaciones de aprendizaje, podemos empezar a poner en práctica la neuroeducación.

En el primer grado de primaria los estudiantes fortalecen los inicios del lenguaje numérico en cantidades máximo de tres cifras, de acuerdo con el plan de estudios vigente el enfoque de la enseñanza de las matemáticas se basa en la

resolución de problemas, sin embargo antes de presentar un problema matemático el estudiante realiza diversos ejercicios como el conteo, la agrupación de cantidades, el aprendizaje de algoritmos de adición y sustracción; al plantear al estudiante una situación problemática, lo exponemos a una situación abstracta y compleja, debido a que empieza a relacionar significados diferentes en el uso del lenguaje, por ejemplo la combinación de los significados verbales y numéricos que se emplean para resolver, estas actividades pondrán en función sus habilidades mentales.

Ilustración 3

Estudiantes resolviendo problemas matemáticos en una simulación de compra-venta



Para iniciar analicemos lo que exponen algunos autores como Huise, sobre la actividad matemática:

Esta rama contribuye a entender el entorno y a organizarlo; es una forma de razonar y resolver problemas en sus niveles más articulados; contribuye al desarrollo del pensamiento lógico, de la abstracción, de la rigurosidad analítica, del entrenamiento mental; es el eje del desarrollo del pensamiento. (Huise, 2015)

Siguiendo el planteamiento del autor podríamos pensar que los constantes errores de algunos estudiantes en las matemáticas no son más que producto del entrenamiento mental y el desarrollo de nuevas habilidades, pues enfrentarse a situaciones que exigen un pensamiento matemático no solo ponen en práctica funciones mentales de esta, sino que al mismo tiempo ayudan a fortalecer otras más. Con ello podemos decir que aquellos estudiantes que son eficaces ante situaciones matemáticas como la resolución de problemas, han desarrollado habilidad de pensamiento lógico y de abstracción, es decir; han desarrollado un nivel de inteligencia.

Regresando a los registros anecdóticos, en el primer suceso podemos deducir que la estudiante posee habilidades de cálculo mental, hecho que ella refiere como “poner los números en la mente” así mismo la estudiante refleja autonomía e idea matemática sobre la forma de resolver la problemática al no acudir inmediatamente a los algoritmos numéricos de la suma o la resta. “El uso de algoritmos favorece a los procedimientos sin conexión, es decir; se refieren a solo arrojar un resultado y no desarrollar la comprensión matemática”, (Benitez, 2016).

Algo similar ocurre con los sucesos registrados de Romina y Alison (ver tabla 0.5) quienes antes de acudir a un algoritmo matemático utilizaron su pensamiento y la habilidad mental para dar una respuesta a la situación problema, lo cual pone en evidencia que están pensando matemáticamente.

El procesamiento mental de los estudiantes ante estos eventos exige que codifiquen la información que están recibiendo, la relacionen con los conocimientos que tienen en la memoria, almacenen el conocimiento nuevo y lo recuperen a medida que lo necesitan. Como ya se ha mencionado, toda la función que efectúa el procesamiento de la información se da en el cerebro, sin embargo, siguiendo a Kosslyn (2008), no es una única parte de éste la que se encarga de las funciones cognitivas, sino cada una de las zonas del cerebro efectúa una determinada función que en conjunto permite realizar tareas específicas.

Se plantea que a través de la resolución de situaciones problemáticas se contribuye a la expresión oral y escrita, al desarrollo de operaciones mentales tales

como: análisis, síntesis, la generalización, la abstracción, el desarrollo del pensamiento heurístico, flexible y creativo. (Flores, 2017).

En las anécdotas recuperadas en los casos tres y cuatro, podemos interpretar que ambas estudiantes analizaron la situación y buscaron una manera de dar respuesta inmediata. Autores como Ostrosky, exponen que existen funciones ejecutivas las cuales se refieren a un proceso cognitivo que incluye un conjunto de habilidades que controlan y regulan la conducta. “Estas permiten a un individuo organizar, integrar y manipular la información adquirida; al estar dichas funciones particularmente desarrolladas en el ser humano le dotan a éste de la capacidad de crear, anticipar, planear, y abstraer, entre otras.” (Ostrosky, 2012).

Las estudiantes mostraron capacidad de anticiparse para crear una solución a la situación problema, moldearon la información que ya conocían para pensar matemáticamente incluso en un contexto cotidiano como el receso escolar. Siguiendo los aportes del mismo autor, poner en acción funciones ejecutivas proviene de procesos mentales más elaborados como: la autorregulación, metacognición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva; a diferencia de las funciones de los lóbulos frontales del cerebro que se explican cómo tareas básicas tales como: atención, memoria y actividad motora. Por lo tanto, estos estudiantes demuestran procesos que se pueden entender como inicios de los procedimientos de las funciones ejecutivas.

Recordemos que nuestro cerebro procesa los números utilizando tres procedimientos diferentes el visual, verbal y el cuantitativo, en los que se activan regiones cerebrales distintas, para que estas regiones se activen en un solo momento dependerá de los estímulos que reciban, por ello el autor sugiere que el aprendizaje sea estimulado con un enfoque multisensorial, (Rivera, 2019).

De manera similar podemos deducir que estos estudiantes poseen lo que Baddeley (1997) denomina como: “memoria de trabajo” un sistema con un nivel funcional limitado, pero con capacidad para almacenar, manipular las informaciones, permitiendo así la ejecución de tareas cognitivas tales como: el

razonamiento, la comprensión, la resolución de problemas; soportadas por el mantenimiento y disponibilidad de esas informaciones.

El autor refiere que la memoria de trabajo asume una función relevante al realizar cálculos y de acuerdo con los nuevos enfoques neurocientíficos, hay que considerarla, sobre todo, en el campo de la educación matemática. Al respecto Morgado (2005), nos dice que la “memoria de trabajo” denominada por él, como “cognición ejecutiva” se puede considerar un sistema generalizado de control cognitivo y ejecutivo, que dirige el aprendizaje interrelacionando procesos mentales como: la atención, motivación, emoción y percepción.

Por último podemos afirmar que los estudiantes mostraron interés y motivación en cada una de las situaciones problemáticas que enfrentaron, tal como lo refiere Jensen (2004) el cerebro enriquece su aprendizaje, cuando se le presentan retos en un entorno desafiante e interactuante, por ejemplo, la resolución de problemas. Esta última estrategia, permitiría la generación de nuevas conexiones dendríticas y prepararía a los hemisferios cerebrales para alcanzar abstracciones complejas. (Mogollón, 2010).

Similar a esto, Piñeiro (2017), nos dice que tener éxito al resolver una situación problemática depende en gran medida del interés, la motivación y la autoconfianza del estudiante, cuando los estudiantes de edades tempranas resuelvan problemas, las características del talento matemático emergerían con bastante naturalidad. No olvidemos que los hallazgos de la neurociencia cognitiva hacen énfasis en el estado emocional del aprendiz, lo cual será uno de los estímulos fundamentales para accionar nuestro pensamiento.

Nos detenemos reflexionando lo siguiente, conforme vamos desarrollando inteligencia ponemos en función a su vez el desarrollo de las funciones complejas del cerebro, sin embargo, estas solo se logran poniendo en práctica de manera estratégica desde temprana edad las funciones mentales básicas. Este tipo de ideas son fundamentales al momento de planificar el aprendizaje para las matemáticas, es difícil pensar que un docente indique que el estudiante realice una actividad que

exige una función ejecutiva como el cálculo mental, cuando no se han estimulado otro tipo de funciones.

Debates, ideas y conclusiones

Alcances generales de la investigación

De primera instancia en el presente trabajo se propuso indagar en las investigaciones recientes de las funciones del cerebro en relación a los procesos de aprendizaje, esto permitió conocer interesantes hallazgos de la neuroeducación sobre el desarrollo de la inteligencia lógico matemática.

Se relacionaron estos aportes con los procesos mentales que se involucran en el desarrollo de la inteligencia matemática para comprender los estímulos que necesita el cerebro para facilitar estos procesos. A través del uso del método de estudio de casos, utilizando técnicas como la observación participante y los registros anecdóticos fue posible identificar el comportamiento de los estudiantes de primer grado ante situaciones de aprendizaje, así como la practicidad del pensamiento matemático en su entorno escolar, los resultados de las observaciones nos permitieron identificar a los estudiantes que poseen destrezas, habilidades y capacidades matemáticas.

Utilizar el enfoque cualitativo y cuantitativo en esta investigación contribuyó a obtener información diversa que permitió visualizar e interpretar desde diferentes perspectivas la inteligencia matemática de los sujetos de estudio, en específico de aquellos que presentan un nivel de inteligencia matemática más avanzado. El estudio de los resultados obtenidos se refiere al logro del objetivo general de este trabajo, al argumentar desde un enfoque de las neurociencias el desarrollo de la inteligencia lógico matemática en los estudiantes de primer grado de primaria.

Dado lo anterior, a través de la investigación realizada en esta tesis podemos demostrar que analizar y utilizar los hallazgos de las neurociencias en el caso de los estudiantes destacados, contribuye de manera significativa a conocer e

identificar las funciones mentales que se relacionan con el desarrollo de la inteligencia lógico matemática.

Revelaciones y aportaciones

Al estudiar la inteligencia matemática en situaciones de la vida escolar tal como la resolución de sumas y restas en primer grado de primaria, encontramos que los estudiantes ponen en función diferentes procesos mentales en cada uno de los métodos de conteo que utilizan, siendo el cálculo mental uno de los menos frecuentes y desarrollados, siguiendo los hallazgos de las neurociencias este procesos exige un dominio del lenguaje verbal y numérico, así como la estimulación de la memoria a corto plazo, la concentración, la atención fija y la velocidad de procesamiento.

El diseño y aplicación de ejercicios conjuntados como una prueba de competencias matemáticas tomando en cuenta los procesos mentales de manera específica que se ponen en función, nos permitió identificar que las competencias matemáticas como la seriación y el cálculo presentan menor dominio que por ejemplo: la clasificación o la seriación, debido a las conexiones que los estudiantes van creando de acuerdo a sus conocimientos, interpretando un nivel de exigencia cognitivo, difícilmente un estudiante podrá realizar un cálculo, o identificará un patrón de orden si aún no domina habilidades más simples como la orientación espacial de cantidad o la comparación.

Este aspecto permite reflexionar a los educadores sobre la importancia de fomentar una enseñanza bajo un enfoque multisensorial que estimule las diferentes habilidades mentales que un infante debe dominar para desarrollar inteligencia, para lograr esto será necesario indagar en la investigación del cerebro. De la misma forma, la aplicación de la prueba matemática nos hace cuestionarnos acerca de la evaluación de los estudiantes, ¿Qué se evalúa en los exámenes que se basan en el planteamiento de problemas sin contexto para los estudiantes? realizar una prueba siguiendo los hallazgos de la neuroeducación arroja información específica sobre las áreas que el estudiante necesita estimular y de cuales tienen dominio,

este aspecto puede ser mucho más significativo al momento de realizar una evaluación.

Es indudable que existen sentimientos negativos en cuanto al aprendizaje de las matemáticas, al tener una aproximación sobre las habilidades que el estudiante necesita reforzar podemos ayudarlo de manera más efectiva, la neurociencia nos recuerda que cada niño o niña con facultades de salud favorables además de tener diversas cualidades posee en un cerebro con un alto grado de plasticidad capaz de aprender y desarrollar habilidades de cualquier tipo, si este es bien estimulado.

También fue posible registrar algunas anécdotas que nos ayudaron a comprender la mente matemática de los estudiantes ante situaciones problemáticas, con ello fue posible analizar las aportaciones de investigadores en neurociencias sobre las habilidades de procesamiento de información y cálculos matemáticos, razón por la cual en esta investigación se propuso dar seguimiento a los estudiantes con altas capacidades cognitivas, no obstante es importante tener como idea fija que los cerebros huecos no existen, y que dar seguimiento a los estudiantes “más destacados” puede ser un aspecto fundamental que nos ayude a comprender aquello que hace falta reforzar en aquellos que aún están desarrollando inteligencia.

De este aspecto podemos derivar afirmaciones que tienen un alto grado de relevancia al momento de impartir el aprendizaje, en ocasiones puede suceder que el docente solicite a los estudiantes realizar ejercicios matemáticos siguiendo un proceso específico, en el caso del conteo pueden indicar no usar los dedos por ejemplo, o resolverlo de manera mental, sin embargo en los primeros años en la escuela habrá estudiantes que aun estén en proceso de crear conexiones en su cerebro que logren realizar una tarea más compleja como el calcular mentalmente, y aun necesiten acudir al uso de estímulos como la observación o tacto de objetos para contar o sumar.

De aquí que el conocimiento de la neuroeducación nos permita establecer el tipo de estrategias que se emplearan en el aprendizaje, no para adelantar una

función mental o interrumpirla sino estratégicamente estimularla y desarrollarla en los estudiantes, lo cual tendrá un papel esencial en los primeros años en la escuela.

Retos para el futuro

Finalmente quedaría plantear cuales son las posibles líneas futuras de investigación; es innegable que la investigación en neurociencias seguirá siendo una de las más relevantes de la actualidad, por ello continuar trabajando sobre el desarrollo de la inteligencia lógico matemática puede brindar herramientas que permitan a los docentes dar un giro a las dificultades y paradigmas que existen en los estudiantes sobre el desarrollo de capacidades en esta asignatura.

Así también, como continuación natural del trabajo desarrollado en esta tesis, podríamos plantear la búsqueda de nuevos hallazgos del funcionamiento cerebral para comprender y desarrollar nuevas formas de fomentar el aprendizaje no solo de las matemáticas, sino de otros procesos que se involucran en el desarrollo de capacidades intelectuales durante la educación primaria como el lenguaje, las ciencias y las artes.

Existe aún una brecha entre la investigación del cerebro y los sucesos que ocurren dentro del aula, por ello continuar con investigaciones con objetivos educativos vinculando los hallazgos del funcionamiento cerebral pueden contribuir a disminuir esa brecha, en la actualidad aún no existe un modelo establecido de neuroeducación que nos diga cómo enseñar de manera más efectiva, sin embargo esa es la línea a seguir por parte de los profesionales de la educación.

Recordemos que podemos encontrar respuestas en el cerebro para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, evitar la intuición para empezar a actuar con fundamentos pedagógicos y también científicos, innovar la enseñanza, y con ello más allá de ser un docente podemos fomentar la actual colaboración de educadores, convertirse en Neuroeducador.

Referencias

- Alpizar, J. Q. (2004). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Costa Rica: EUNED.
- Baddeley, A. (1997). *Human Memory*. New York : Mc Graw Hill.
- Bassignana, C. (2014). La neurociencia detrás de la matemática. 30-31.
- Benitez, T. C. (2016). Interpretación y clasificación de la demanda cognitiva de actividades matemáticas. *Revista didáctica de las matemáticas*, 7-19.
- Binet, A. (1983). *Dialnet*. Retrieved from La inteligencia: Su medida y educación: file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-LaInteligencia-668635.pdf
- Bolívar, C. R. (1996). Neurociencia y educación. *Paradigma*, 1-12.
- Bravo, J. A. (2010). Neurociencias y Enseñanza de la Matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, 6.
- Butterword, B. (1999). *The mathematical brain*. London: Macmillan Publishers.
- Cabezón, E. S. (2016). *Inteligencia matemática: Descubre al matemático que llevas dentro*. España: Plataforma.
- Campos, A. L. (2010). Neuroeducación: Uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *CEREBRUM*, 1-14.
- Campos, A. L. (2014). Los aportes de la neurociencia a la atención y educación en la primera infancia. *CEREBRUM*, 12-39.
- Cantoral, R. (2012). *Desarrollo Del Pensamiento Matematico*. México: Trillas.
- Carazo, P. C. (2006). *El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica*. Barranquilla Colombia: pensamiento & gestión .
- Causarano, L. (2020, Abril 21). *Abc Color*. Retrieved from Educación Inclusiva: <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/2020/04/21/educacion-inclusiva-10/>
- Chamorro, M. C. (2005). *Didáctica de las matemáticas para la educación infantil*. Madrid: Pearson.
- Clavero, F. H. (2003). *Cognición-metacognición, motivación y rendimiento académico en el conexto educativo*. Ceuta: Instituto de Estudios Ceutíes.
- Cofré, A. (2003). *Como Desarrollar El Razonamiento Logico Matematico*. Santiago Chile: Universitaria.
- Cortés, C. V. (2019). *La neuroeducación en preescolar para la enseñanza de las matemáticas*. CLDi.

- Cumpa, J. G. (2004). *Neurociencia Cognitiva y Educación*. Lambayeque Perú: FACHSE.
- Etchepare, G. C. (2012). Adaptación de la versión española del Test de Evaluación Matemática Temprana. *Estudios Pedagógicos* , 235-253.
- Flores, L. C. (2017). La Matemática en el desarrollo cognitivo y metacognitivo del escolar primario. *Edusol*, 60 .
- Forés, A. (2009). Descubrir la neurodidáctica. Aprender desde en y para la vida . In A. Forés, *Descubrir la neurodidáctica. Aprender desde en y para la vida* . Barcelona: UOC.
- Formoso, J. (2017). Cálculo mental en niños y su relación con habilidades cognitivas. *Acta de investigación psicológica*.
- Fuenmayor, G. (2003). El procesamiento humano de la información: en busca de una explicación. *ACIMED*, 19.
- Gadner, H. (1995). *Inteligencias Múltiples. La Teoría en la Práctica*. Barcelona: Paidós.
- Gardner, H. (1983). *La teoría de las inteligencias múltiples* . Barcelona: Paidós.
- Gardner, H. (1999). *¿Qué posee la inteligencia?* Barcelona: Paidós.
- Godin, A. (2013). La arquitectura cerebral como responsable del proceso de aprendizaje. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 1-5.
- Gómez, L. A. (2017). La Estimulación Sensorial en el Desarrollo en la Primera Infancia. *Revista Fuentes*, 73-83.
- González, J. M. (2012). *Los hemisferios cerebrales: Dos estilos de pensar, dos modos de enseñar y aprender*. España: Universidad de Córdoba.
- Herrero, M. (2010). La importancia de la observación en el proceso educativo. *Interuniversitaria: formación del profesorado*.
- Hierro, S. (2017). Hábilidades matemáticas iniciales y dificultades matemáticas persistentes. *INFAD revista de psicología* . , 233-241.
- Huise, L. (2015). La resolución de problemas matemáticos en el contexto de los proyectos de aprendizaje. *Revista de investigación*, 71-93.
- Jensen, E. (2004). *Cerebro y aprendizaje*. Madrid: Narcea S.A.
- Kandel, E. (2006). *En busca de la memoria: El nacimiento de una nueva ciencia de la mente*. Madrid : Katz.
- Kosslyn, E. S. (2008). *Procesos cognitivos-Modelos y bases neuronales*. Madrid: Pearson.
- Larrazolo, N. (2013). *Habilidades de razonamiento matemático de estudiantes de educación media superior en México*. México: RMIE.
- Llinás, R. (2003). *El cerebro y el mito del yo* . Colombia: Vitral.
- Manes, F. (2015). *Usar el cerebro*. Barcelona: Paidós.

- Marcuño, G. S. (2006). *Neurociencias y complejidad del aprendizaje humano*. España: ISBN.
- Marroquín, P. (2014). *Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación*. Lurigancho Perú: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Martínez, J. (2007). El aprendizaje de las matemáticas y el cerebro. *Ciencia Hoy*, 46-51.
- Martinez, M. H. (1987). Implicaciones de la neurociencia para la creatividad y el autoaprendizaje. In M. H. Mafrtinez, *Implicaciones de la neurociencia para la creatividad y el autoaprendizaje* (pp. 95-124). Caracas: Antropos.
- Mendoza, F. M. (2009). *EL CEREBRO, LAS INTELIGENCIAS Y LOS PROGRAMAS DE EDUCACIÓN*. Argentina : AMEI.
- Mendoza, F. M. (2010). *Neurociencias y Educación inicial* . Cuba: Trillas .
- Mendoza, F. M. (2011, Abril 12). *El cerebro, las inteligencias y los programas de educación*. Retrieved from Biblioteca: <http://www.waece.com/>
- Mendoza, F. M. (n.d.). *El cerebro, las inteligencias y los programas de educación*. AMEI.
- Mogollón, E. (2010). Aportes de las neurociencias para el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. *Revista electronica Educare*, 8.
- Mora, F. (2017). Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama. In F. Mora, *Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza.
- Morgado, I. (2005). Psicología del aprendizaje y la memoria. *Cuadernos de información y comunicación* , 221-233.
- Muñoz, E. (2010). *Registro anecdótico*. Santiago Chile : UDLA.
- Ostrosky, F. (2012). *Guía para el diagnóstico neuropsicológico*. México : UNAM.
- Pérez, O. O. (2017). Los contenidos de este artículo están bajo una licencia Creative Commons La integración de las neurociencias en la formación inicial de docentes para las carreras de la educación inicial y básica: caso Cuba . *Redalyc*, 2-27.
- Piaget, J. (1975). *Psicología de la inteligencia*. Buenos Aires : Psique.
- Piñero, J. L. (2017). *Educación matemática en la infancia: Detección del talento matemático*. Universidad de Granada: EMDA.
- Pizarro. (2016). Número. *Revista de didáctica de las matemáticas*, 91-104.
- Quevedo, M. M. (2017). El desarrollo de la matemática informal en los niños. *Revista de investigación en psicología* , 423-430.
- Radford, L. (2009). Cerebro, cognición y matemáticas. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa* .
- Ramachandran, V. S. (2014). *Lo que el cerebro nos dice: Los misterios de la mente humana al descubierto*. Francia: Paidós.

- Rico, L. (1995). *Errores y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas*. Universidad de Granada.
- Rivera, E. R. (2019). El neuroaprendizaje en la enseñanza de las matemáticas: la nueva propuesta educativa. *Revista Entorno* , 157-168.
- Serra, D. J. (2003). ¿qué es la inteligencia humana. *Revista Cubana de Psicología*, 1-11.
- Silva, R. E. (2003). ¿La neuroeducación realmente necesita neurociencias? *Educación Juntos*, 1-10.
- Silva, R. E. (2008). *Estilos de aprendizaje a la luz de la neurociencia* . Colombia: Aula Abierta.
- Starf, A. (1991). La naturaleza dual de las concepciones matemáticas: reflexiones sobre procesos y objetos como Diferentes lados de la misma moneda. *Estudios educativos de matemáticas*, 1-36.
- Sternberg, R. (2005). Creatividad e inteligencia . *CIC cuadernos de información y comunicación*, 113-149.
- Sylwester. (1998). *The brain revolution*. Retrieved from School Administrator Web Edition: https://www.aasa.org/publications/sa/1998_01/sylwester.htm
- Vargas, R. A. (2013). Matemáticas y neurociencias: una aproximación al desarrollo del pensamiento matemático desde una perspectiva biológica. *Revista Iberoamericana de educación matemática*, 37-46.
- Vasco, M. M. (2011). Sentimientos: encuentro entre la neurobiología y la ética según Antonio Damasio. *Revista Colombiana de Bioética* , 181-194.
- Vázquez, F. V. (2009). *Matemáticas Simplificadas*. Monterrey: Pearson.
- Verlee, L. (1995). *Aprender con todo el cerebro* . España: Martínez Roca .
- Vygotsky. (1978). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Grijalbo.
- Vygotsky, L. (1983). *Pensamiento y lenguaje* . Barcelona: Grijalbo .
- Wolfe, P. (2001). *Investigación y educación del cerebro: ¿moda o realidad?* California: Econométrica .

Anexos

Entrevista: dirigida a los autores en investigación en neurociencias

Escuela Normal de Zumpango

Licenciatura en educación primaria

Tesis de investigación: La inteligencia lógica matemática basada en Neuroeducación.

ENTREVISTA

Estimado autor, la siguiente entrevista surge con la intención de extender las investigaciones acerca de los impactantes hallazgos neurocientíficos, con la intención de comprender las habilidades matemáticas de los niños y niñas desde el enfoque de las neurociencias, por lo que, su colaboración y opinión profesional con esta indagación, será fundamental para fortalecer y comprender los elementos teóricos de mi trabajo de tesis, por lo tanto, agradezco excepcionalmente su aportación en esta investigación con fines educativos.

Propósito: Comprender los factores externos que durante la infancia estimulan los procesos cerebrales que contribuyen en el desarrollo de la inteligencia lógica matemática.

1. ¿Qué actividades de los primeros años de vida se relacionan con el desarrollo de la inteligencia lógica matemática?
2. Desde los estudios neurocientíficos ¿Cuáles son los factores externos que causan un efecto positivo al desarrollo de la inteligencia lógica matemática en los primeros años de vida?
3. ¿Qué ocurre en el cerebro de los infantes que poseen altas capacidades cognitivas en las matemáticas?
4. ¿Cuáles son los hallazgos de la neurociencia acerca de los estímulos en la infancia que benefician el desarrollo de la inteligencia matemática?

Esperando contar con su valiosa contribución profesional, le externo mi agradecimiento y admiración por su trabajo en el campo de investigación de las neurociencias.

Escuela Primaria Tierra y Libertad

Prueba de competencias matemáticas para estudiantes de primer grado

Propósito: evaluar el nivel de alcance de las competencias matemáticas en los estudiantes de primero “C”.

Instrucciones: La prueba consta de diez ejercicios, es de suma importancia que el estudiante no reciba ningún tipo de ayuda durante la resolución, se solicita atentamente registrar la hora de inicio y de término.

Nota: Los resultados de la prueba no influyen en las calificaciones escolares de los alumnos.

Nombre: _____

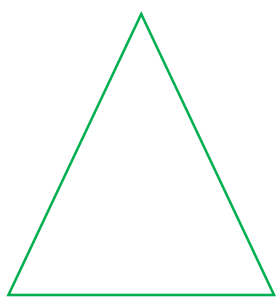
Edad: _____ Hora de inicio: _____ Hora de término: _____


Ejercicio 1: Observa las filas de puntos y **sin contarlos** señala con una X en cuál de las dos filas hay más cantidad de puntos.

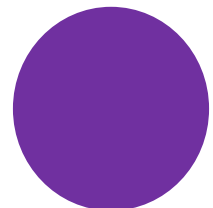
• • • • • • • • • •

• • • • • • • • • •

Ejercicio 2. Señala con una X cuál de los siguientes elementos es el más grande.







Ejercicio 3. Señala con una X cuál de las siguientes series de números esta ordenada.

3 6 9 2 4 6

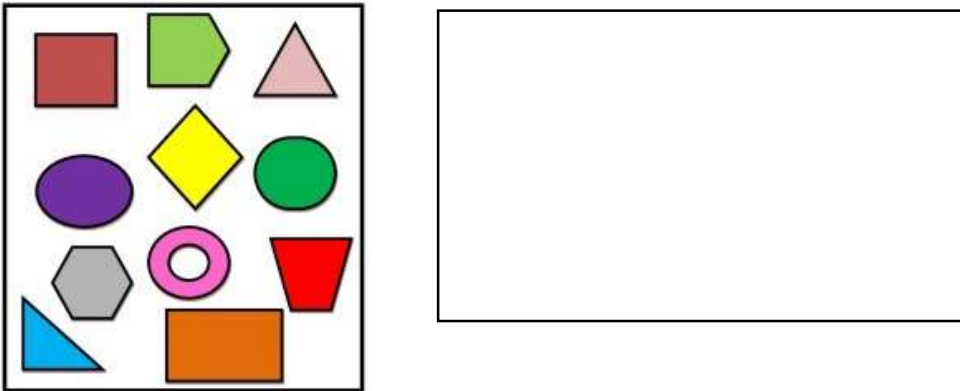
1 10 2 20 3 30 4 40

5 10 15 20 25 30

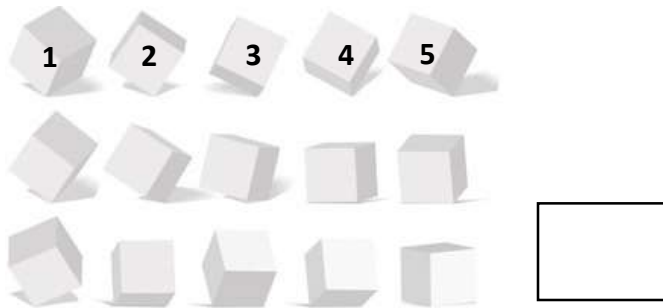
Ejercicio 4. Completa con un dibujo la siguiente serie.



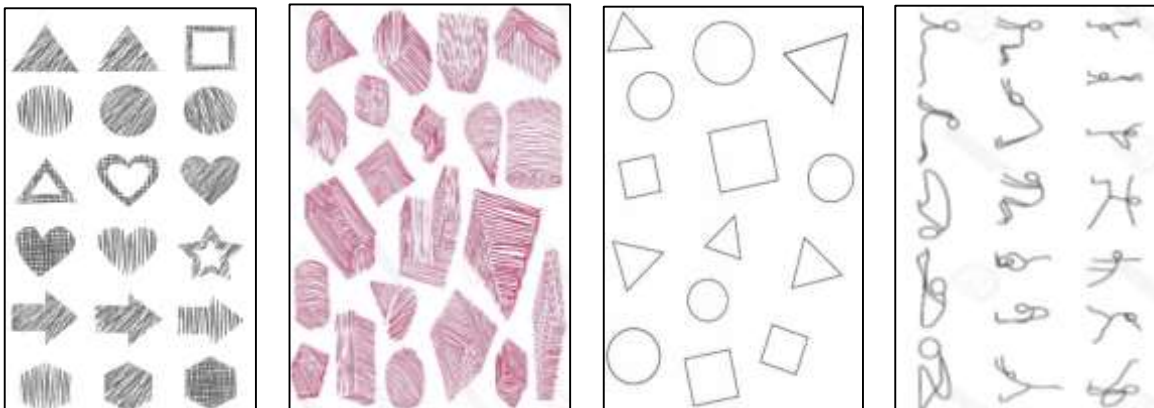
Ejercicio 5. Observa el conjunto de figuras y dibuja en el rectángulo de la derecha solo aquellas que tienen cuatro lados.



Ejercicio 6. Sin señalar con los dedos u otro objeto escribe en rectángulo la cantidad de cubos que hay en la imagen.



Ejercicio 7. Une con una línea los rectángulos que contienen la misma cantidad de figuras.



Ejercicio 8: Coloca una X en la cantidad que da respuesta a lo siguiente: Un boleto de circo para niño cuesta 35 pesos y 45 pesos para un adulto, si el niño Miguel va con su abuelita ¿Cuánto deben pagar por sus boletos?

70 pesos

75 pesos

80 pesos

10 pesos

Ejercicio 9: Coloca una X en la cantidad que da respuesta a lo siguiente: El conserje limpiará 40 ventanas en total y hasta hoy lleva 12 ¿Cuántas le faltan por limpiar?

38 ventanas

28 ventanas

52 ventanas

38 ventanas

Ejercicio 10: Coloca una X en la cantidad que da respuesta a lo siguiente: Alex tenía 24 carritos en su cumpleaños le reglaron 5, pero en el día de campo perdió 9 ¿Cuántos carritos tienen ahora?

16 carritos

31 carritos

25 carritos

20 carritos

Tabla de registro anecdótico

Escuela Primaria: Tierra y Libertad			
Curso: Matemáticas			
Observador: Docente en formación			
Situación: Resolución de problemas matemáticos con suma y resta			
N.	Fecha	Lugar	Suceso

Notas de campo

