

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

## CENTRO DE POSTGRADO



## MAESTRÍA EN EDUCACIÓN BÁSICA

Tema: “Las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
Título de Magister en Educación Básica.

Autora: Ing. Ramos Durán Andrea Jessica

Tutor: MSc. César Enríquez

Tulcán, 2022

## **CERTIFICADO DEL TUTOR**

Certifico que la maestrante Ramos Durán Andrea Jessica, con el número de cédula 1804160040 ha elaborado el trabajo de titulación: “Las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuestas en el Reglamento de la Unidad de Titulación de Postgrado con RESOLUCIÓN N° 150-CSUP- 2020, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.

.....

MSc. César Enríquez

**DOCENTE EXAMINADOR TUTOR**

Tulcán, enero de 2022

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magister en Educación Básica.

Yo, Ramos Durán Andrea Jessica con cédula de identidad número 1804160040 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....

Ing. Ramos Durán Andrea Jessica

**AUTORA**

Tulcán, enero de 2022

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ramos Durán Andrea Jessica declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

.....

Ing. Ramos Durán Andrea Jessica  
AUTORA

Tulcán, enero de 2022

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por la bendición de la vida; por concederme experiencias de crecimiento y aprendizaje a nivel personal y profesional; por brindarme fortaleza para lograr mis metas.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por ofrecerme la oportunidad de innovar y mejorar mis prácticas educativas, que serán orientadas en beneficio de mis estudiantes; por replantear mi labor docente y cambiar mis paradigmas respecto de lo que implica ser un educador íntegro, con capacidad de motivar, mostrar empatía y brindar soporte emocional a sus alumnos.

A mi tutor, Dr. César Enríquez, quién con su vocación docente, experiencia, calidad humana y positiva predisposición, aportó significativamente a la realización de mi trabajo de titulación.

## DEDICATORIA

A mi madre Magdalena, quién con su ejemplo y amor incondicional, ha sabido guiarme, otorgándome la fuerza y el soporte necesario para enfrentar la vida.

A mis hijos, Ariel y Doménica, quienes con su ternura le dan color a mi existencia, confiriéndole sentido a mis días.

A mis hermanos, Verónica y Carlos, mis compañeros de vida, quienes con su cariño infinito me alientan a ser mejor.

A mis tías, Teresa y Herminia, mujeres fuertes, quienes motivan cada uno de mis pasos.

A mis abuelitos, Alejandro y Luis, mis segundos padres, quienes han sido mis referentes de trabajo, humildad y constancia.

A la memoria de mi padre, Carlos (+) y mis abuelitas, Zoila (+) y Etelvina (+), quienes vivirán por siempre en mi corazón.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	12
INTRODUCCIÓN .....	15
I. PROBLEMA .....	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	21
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	23
1.4.1. Objetivo General .....	23
1.4.2. Objetivos Específicos .....	23
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	24
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	26
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	26
2.2. MARCO TEÓRICO.....	35
2.3. MARCO LEGAL .....	65
2.4. MARCO PEDAGÓGICO .....	68
III. METODOLOGÍA.....	72
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	72
3.1.1. Enfoque.....	72
3.1.2. Tipo de Investigación .....	73
3.2. HIPÓTESIS.....	74
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	75
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	77
3.4.1. Métodos .....	77
3.4.2. Población y muestra.....	77
3.4.3. Técnicas e Instrumentos de investigación.....	78

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	81
3.5.1. Estadística descriptiva.....	82
3.5.2. Estadística inferencial .....	83
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	86
4.1. RESULTADOS.....	86
4.1.1. Resultados descriptivos .....	86
4.1.2. Contrastación de la hipótesis .....	100
4.2. DISCUSIÓN .....	106
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	116
5.1. CONCLUSIONES.....	116
5.2. RECOMENDACIONES .....	118
VI. PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	121
6.1. TEMA .....	121
6.2. DATOS INFORMATIVOS:.....	121
6.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	121
6.4. JUSTIFICACIÓN .....	122
6.5. OBJETIVOS .....	123
6.5.1. Objetivo General .....	123
6.5.2. Objetivos Específicos .....	123
6.6. ASPECTOS TEÓRICOS.....	123
6.6.1. Bases metodológicas .....	124
6.6.2. Bases psicológicas.....	124
6.6.3. Bases pedagógicas .....	125
6.7. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD .....	126
6.8. MODELO OPERATIVO.....	126
6.9. ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA.....	129
6.9.1. Guía didáctica .....	129

6.10. PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA.....	131
6.11. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	131
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
VIII. ANEXOS.....	146

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Métrica de la nota del examen de grado. ....	20
Figura 2. El modelo cerebral total según Herrmann .....	50
Figura 3. Variable independiente: estrategias neurodidácticas .....	87
Figura 4. Rectas de ajuste óptimo del empleo de estrategias neurodidácticas en los estudiantes. ....	88
Figura 5. Dimensión estrategias neurodidácticas operacionales.....	90
Figura 6. Dimensión estrategias neurodidácticas metodológicas .....	91
Figura 7. Dimensión estrategias neurodidácticas socioemocionales .....	92
Figura 8. Modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann.....	94
Figura 9. Tipos de dominancias de los grupos experimental y de control .....	95
Figura 10. Dominancia por cuadrantes .....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de competencia en matemáticas en PISA-D .....	18
Tabla 2. Clases de dominancia y perfil según rango propuesto .....	52
Tabla 3. Características y comportamientos de las dominancias simples.....	53
Tabla 4. Operacionalización de la variable independiente: Estrategias neurodidácticas .....	75
Tabla 5. Operacionalización de la variable dependiente: neuroaprendizaje .....	76
Tabla 6. Distribución de la muestra en grupos experimental y de control .....	78

Tabla 7. Estadísticos de fiabilidad .....	80
Tabla 8. Porcentajes de la variable estrategias neurodidácticas.....	87
Tabla 9. Ecuación de las rectas de ajuste óptimo y cálculo del coeficiente de correlación de Pearson del empleo de estrategias neurodidácticas en los estudiantes. ....	88
Tabla 10. Porcentajes de la dimensión estrategias neurodidácticas operacionales..	89
Tabla 11. Porcentajes de la dimensión estrategias neurodidácticas metodológicas .	91
Tabla 12. Porcentajes de la dimensión estrategias neurodidácticas socioemocionales .....	92
Tabla 13. Síntesis de perfiles y dominancias de los grupos experimental y de control .....	94
Tabla 14. Resultados descriptivos de los cuadrantes y dominancias cerebrales del grupo de control .....	98
Tabla 15. Resultados descriptivos de los cuadrantes y dominancias cerebrales del grupo experimental.....	99
Tabla 16. Prueba de chi-cuadrado .....	100
Tabla 17. Prueba de correlación Tau-c de Kendall: estrategias neurodidácticas y cuadrante A.....	101
Tabla 18. Prueba de correlación Tau-c de Kendall: estrategias neurodidácticas y cuadrante B.....	102
Tabla 19. Prueba de correlación Tau-c de Kendall: estrategias neurodidácticas y cuadrante C.....	103
Tabla 20. Prueba de correlación Tau-c de Kendall: estrategias neurodidácticas y cuadrante D.....	104
Tabla 21. Prueba U de Mann-Whitney .....	105
Tabla 22. Medianas de los grupos experimental y de control .....	105
Tabla 23. Modelo operativo de la propuesta .....	127
Tabla 24. Difusión de la propuesta .....	128
Tabla 25. Previsión de la evaluación de la propuesta .....	132

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta del Perfil de Investigación .....	146
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas .....	147
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos para la variable independiente: estrategias neurodidácticas.....	148
Anexo 4. Instrumento de recolección de datos para la variable dependiente: neuroaprendizaje.....	150
Anexo 5. Validez del instrumento de investigación: juicio de expertos.....	152
Anexo 6. Solicitud y constancia de la institución que acredita la realización del estudio. .....	158
Anexo 7. Desarrollo de la propuesta: Guía neurodidáctica .....	159

## RESUMEN

Este estudio aborda el tema de las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la Matemática; el objetivo fue establecer la manera en que las estrategias neurodidácticas se aplican en el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020 -2021. La investigación fue de alcance cuasi experimental, se recurrió al enfoque cuantitativo, además cabe señalar que se desarrolló en el contexto de pandemia por COVID la 19, por lo que las clases fueron virtuales; la muestra se compuso por 30 estudiantes seccionados en 2 grupos: 12 alumnos en el grupo de control, correspondiente al paralelo “A” y 18 educandos en el grupo experimental, correspondiente al paralelo “D”. La técnica para recolección de datos fue la encuesta y como instrumentos se emplearon dos cuestionarios: un primer cuestionario enfocado en la variable independiente, mismo que permitió determinar las estrategias neurodidácticas que emplean los docentes y el segundo concordante a la variable dependiente, el cual facultó identificar el neuroaprendizaje en los discentes mediante el modelo del Cerebro Total de Herrmann. Para el análisis de datos y comprobación de hipótesis se usaron las pruebas no paramétricas de Chi-cuadrado, Tau-c de Kendall y U de Mann-Whitney. Los resultados descriptivos evidenciaron que las estrategias neurodidácticas son aplicadas medianamente, aunque no sean identificadas como tal, se percibe también un menor uso de las estrategias neurodidácticas metodológicas en relación a las estrategias operacionales y socioemocionales; en cuanto al análisis del cerebro total, el mayor porcentaje de alumnos no percibe dominancia primaria alguna, seguido de las dominancias simples, dobles y múltiples respectivamente, de manera descendente; además, se obtiene que el cuadrante B presenta mayor porcentaje de dominancia en los alumnos. Finalmente, los resultados inferenciales permitieron comprobar que las estrategias neurodidácticas se asocian con el neuroaprendizaje de la Matemática en los alumnos, esta asociación es significativa para los cuadrantes A, B y C con un nivel de correlación positiva moderada (coeficiente de 0,4 a 0,69); mientras que en el cuadrante D, no se observa una relación significativa.

**Palabras claves:** neurodidáctica, neuroaprendizaje, estilo de aprendizaje, tipo de pensamiento, aprendizaje activo, dominancia cerebral, modelo del Cerebro Total de Herrmann.

## ABSTRACT

This study embraces not only neurodidactic strategies but also Mathematics neurolearning topics; The aim was to establish how neurodidactic strategies are applied in neurolearning of Mathematics on Tenth Year students from Basic General Education at “Bolívar High School” in Tulcan city, during 2020-2021 school year. This research scope was quasi-experimental, applying the quantitative approach. It is relevant to mention that the study was held under COVID-19 pandemic context. So, the classes were virtual; the sample was a group of 30 students which were divided into 2 groups: 12 students in the control group - corresponding to “A” class and 18 students in the experimental group - corresponding to “D” class. Survey was the technique used to collect data where two questionnaires were assigned as instruments. The first one focused on independent variable, which allowed determining the neurodidactic strategies used by teachers, and the second one centered on the dependent variable, which allowed identifying the Neurolearning in students through Herrmann's Total Brain model. Non-parametric Chi-square, Kendall's Tau-c and Mann-Whitney U tests were used for data analysis and hypothesis testing. The descriptive results showed that neurodidactic strategies are applied moderately, although they are not identified as they are; a lower use of methodological neurodidactic strategies is also perceived in relation to operational and socio-emotional strategies; Regarding to the whole brain analysis, a highest percentage of students do not perceive any primary dominance, followed by single, double and multiple dominances respectively in a descending way; Furthermore, it is obtained that quadrant B presents a higher percentage of dominance in students. Finally, the inferential results allowed to verify that neurodidactic strategies are associated with neurolearning of Mathematics. This

association is significant for quadrants A, B and C with a moderate positive correlation level; while in quadrant D, no significant relationship is observed.

**Key words:** neurodidactics, neurolearning, learning style, thinking type, active learning, brain dominance, Herrmann Brain Dominance Instrument.

## INTRODUCCIÓN

De manera general el sistema educativo ecuatoriano denota ciertas limitaciones, hecho respaldado por resultados de evaluaciones internacionales, donde específicamente las habilidades de dominio matemático se ubican en un nivel básico, es así que los estudiantes presentan dificultades para la resolución de problemas. Situación que denota descuidos en el ámbito educativo y la falta de estímulos que potencien el desarrollo del cerebro en su totalidad, a pesar de que se habla de una educación integral. Una educación que hace énfasis solo sobre algunos aspectos de la cognición, como la memoria y la percepción (Yarlequé et al., 2018), dejando de lado otros complementarios como la creatividad, desarrollo del pensamiento, habilidades sociales e inteligencia emocional.

El avance de las neurociencias aplicadas a la educación ha hecho posible el comprender cómo se desempeña el cerebro en los procesos de aprendizaje, dilucidando que no hay una única estructura cerebral responsable de cada una de sus funciones, pero que cada una de ellas aporta de una manera distinta y complementaria, lo mencionado se sustenta en el modelo del Cerebro Total de Herrmann, el cual aporta con investigaciones sobre los estilos de aprendizaje, las características del pensamiento, respuestas emocionales, entre otras, a fin de que los docentes puedan direccionar su labor a un mejor empleo de las estrategias y recursos didácticos que atiendan a la individualidad, necesidades e intereses de aprendizaje.

En concordancia con lo anteriormente señalado, el objetivo del presente proyecto investigativo fue establecer la manera en que las estrategias neurodidácticas se aplican en el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020 – 2021; a su vez, la hipótesis permitió probar la existencia de la asociación de las variables de la investigación. En base a lo expuesto es posible inferir que las estrategias neurodidácticas influyen de manera positiva al área de procesamiento y consolidación del pensamiento matemático.

El aporte de la investigación radica en motivar el interés de los docentes de la institución por la neuroeducación, contribuyendo con nuevos conocimientos sobre los perfiles de dominancia cerebral y las formas de pensamiento de los alumnos de décimo año, de manera que encausen al estudio y estimulación de las capacidades mentales de carácter integral, que permitan al individuo construir su propio conocimiento, tomar decisiones y aprender a resolver situaciones de la vida cotidiana.

## I. PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las últimas décadas se han desarrollado notables avances en el ámbito de la neurociencia, en la búsqueda por comprender: ¿cómo funciona el cerebro humano?, para de esta manera contribuir a un mejor estilo de vida, desarrollándose importantes esfuerzos por desentrañar los principios que rigen las funciones cognitivas que efectuamos de modo innato. Pareciera que muchos de estos hallazgos y aplicaciones se encuentran relegados en la práctica educativa, en tanto que la neuroeducación a través de sus investigaciones realiza múltiples estudios en el ámbito pedagógico, pretendiendo construir fundamentos que expliquen la manera en la que aprende el cerebro.

Frente a lo expuesto, la problemática de la presente investigación se centra en la deficiente aplicación de las estrategias neurodidácticas desarrolladas por el docente y sus efectos en el neuroaprendizaje de los estudiantes en la asignatura de matemática. Situación que se mira reflejada en los resultados de evaluaciones a nivel macro, meso y micro:

En las últimas décadas diversos organismos internacionales han desarrollado evaluaciones y estudios, con la finalidad de aportar con información sobre el nivel de logro de objetivos educativos en un contexto internacional, tal es el caso del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) el mismo que está coordinado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), cuya finalidad es evaluar las políticas educativas de todo el mundo (Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL], 2018). Es así que, las pruebas PISA-D tomadas en Ecuador, durante octubre 2017, a aproximadamente 6 000 estudiantes de 15 años de edad cronológica que se encontraban cursando entre octavo año de Educación General Básica y tercero de Bachillerato, tuvieron una duración de dos horas y

evaluaron lectura, matemáticas y ciencias (INEVAL, 2018, p.9). Dentro de los resultados obtenidos, en la presente investigación se analizarán únicamente los relacionados con la asignatura de matemática, guardando coherencia con la finalidad de la misma; Ecuador se sitúa mayormente en el desempeño 1a (ver tabla 1), lo que denota las grandes dificultades de los estudiantes por resolver problemas matemáticos, siendo capaces de realizar tareas rutinarias, con instrucciones claramente definidas y acciones obvias. El desempeño promedio en el país es de 377, el mismo que está muy por debajo del promedio de los países miembros de la OCDE con 490 y cercano al promedio de estudiantes de países de ALC (América Latina y el Caribe) con 379. El 70,9% de los alumnos ecuatorianos no consiguen el nivel 2, catalogado como el nivel básico de habilidades del dominio matemático donde los estudiantes son capaces de realizar interpretaciones de situaciones en escenarios que implican solamente una inferencia directa, haciendo uso de algoritmos, fórmulas y procesos de nivel elemental (INEVAL, 2018).

**Tabla 1**

*Niveles de competencia en matemáticas en PISA-D*

Nivel	Límite inferior de puntuación	Descriptor
6	669	Los estudiantes saben formar conceptos, generalizar y utilizar información basada en investigaciones y modelos de situaciones problemáticas complejas, así como usar sus conocimientos en contextos relativamente no habituales. Pueden relacionar diferentes fuentes de información y representaciones y pasar de unas a otras de manera flexible. Los estudiantes de este nivel poseen un pensamiento y razonamiento matemático avanzado, pueden aplicar su entendimiento y comprensión, así como su dominio de las operaciones y relaciones matemáticas simbólicas y formales, para desarrollar nuevos enfoques y estrategias para abordar situaciones nuevas. Los estudiantes pertenecientes a este nivel pueden reflexionar sobre sus acciones y formular y comunicar con exactitud sus acciones y reflexiones relativas a sus descubrimientos, interpretaciones, argumentos y su adecuación a las situaciones originales. (INEVAL, 2018, p.36)
5	607	Los estudiantes saben desarrollar modelos y trabajar con ellos en situaciones complejas, identificando los condicionantes y determinando supuestos. Pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias adecuadas de solución de problemas para abordar problemas complejos relativos a estos modelos. Los estudiantes pertenecientes a este nivel pueden trabajar estratégicamente utilizando habilidades de pensamiento y razonamiento bien desarrolladas, así como representaciones adecuadamente relacionadas, caracterizaciones simbólicas y formales, e intuiciones relativas a estas situaciones. Empiezan a reflexionar sobre sus acciones y pueden formular y comunicar sus interpretaciones y razonamientos. (INEVAL, 2018, p.36)
4	545	Los estudiantes pueden trabajar eficazmente con modelos explícitos en situaciones complejas y concretas que pueden conllevar condicionantes o exigir la formulación de supuestos. Pueden seleccionar e integrar diferentes representaciones, incluidas las simbólicas, asociándolas directamente a

		situaciones del mundo real. Los estudiantes de este nivel saben utilizar su gama limitada de habilidades y razonar con cierta perspicacia en contextos sencillos. Pueden elaborar y comunicar explicaciones y argumentos basados en sus interpretaciones, argumentos y acciones. (INEVAL, 2018, p.36)
3	482	Los estudiantes saben ejecutar procedimientos descritos con claridad, incluyendo aquellos que requieren decisiones secuenciales. Sus interpretaciones son bastante sólidas para fundamentar la creación de un modelo sencillo o para seleccionar y aplicar estrategias sencillas de solución de problemas. Los estudiantes de este nivel saben interpretar y utilizar representaciones basadas en diferentes fuentes de información, y razonar directamente a partir de ellas. Muestran cierta capacidad para manejar porcentajes, fracciones y números decimales, así como para trabajar con relaciones proporcionales. Sus soluciones reflejan que pueden desarrollar una interpretación y un razonamiento básico. (INEVAL, 2018, p.36)
2	420	Los estudiantes saben interpretar y reconocer situaciones en contextos que solo requieren una inferencia directa. Los estudiantes de este nivel pueden extraer información de una única fuente y usar un único modo de representación. Los estudiantes pueden utilizar algoritmos, fórmulas, procedimientos o convenciones de nivel básico para resolver problemas que contengan números enteros. Son capaces de hacer interpretaciones literales de los resultados. (INEVAL, 2018, p.37)
1a	358	Los estudiantes saben responder a preguntas relacionadas con contextos que les son conocidos, en los que está presente toda la información pertinente y las preguntas están claramente definidas. Son capaces de identificar la información y llevar a cabo procedimientos rutinarios siguiendo unas instrucciones directas en situaciones explícitas. Pueden realizar acciones que casi siempre son obvias y se deducen inmediatamente de los estímulos presentados. (INEVAL, 2018, p.37)
1b	295	Los estudiantes pueden responder preguntas relacionadas con contextos sencillos de entender, que incluyen toda la información pertinente de manera clara y evidente, por ejemplo, una tabla sencilla o un gráfico, y que tienen enunciados breves y sintácticamente simples. Son capaces de seguir instrucciones claramente enunciadas. (INEVAL, 2018, p.37)
1c	236	Los estudiantes pueden responder preguntas relacionadas con contextos sencillos, que incluyen toda la información pertinente de manera clara en un formato simple y familiar, por ejemplo, una tabla corta o un dibujo y que tienen enunciados breves y sintácticamente simples. Son capaces de seguir una sola instrucción claramente enunciada que se limite a un único paso u operación. (INEVAL, 2018, p.37)

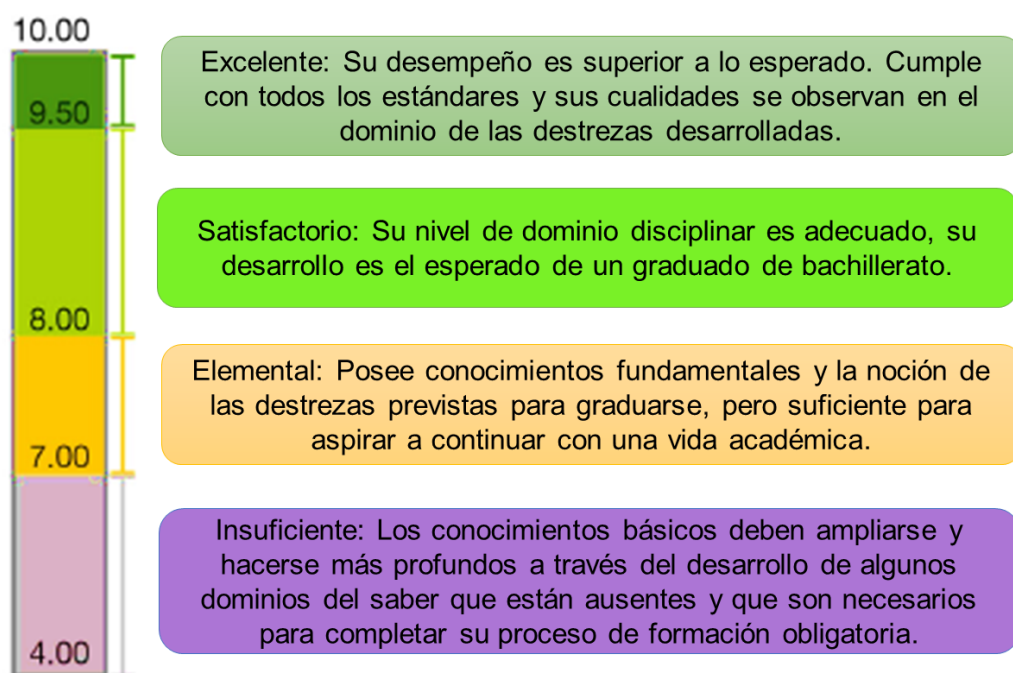
*Nota.* Datos tomados del documento Educación en Ecuador: resultados de PISA para el desarrollo. Realizado: INEVAL (2018). Fuente: OCDE, 2017a.

En el informe de resultados de la provincia de Carchi, referente a la evaluación examen de grado correspondiente al año lectivo 2019-2020 realizada a una muestra de 251 estudiantes, se presenta un panorama general del logro académico alcanzado en la asignatura de matemáticas con un promedio de 7,05 puntos sobre 10, encontrándose cercanamente por debajo de la media a nivel nacional, la cual corresponde a 7,68 (INEVAL, 2020). Ciertamente los estudiantes de la provincia alcanzan a aproximarse al límite inferior de los aprendizajes requeridos (intervalo cuantitativo: 7,00-8,99) según la escala de calificaciones prescrito en el artículo 194 del Reglamento General a la LOEI, haciendo referencia al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje del currículo y los estándares de calidad educativa nacionales.

En el informe de resultados presentado por el INEVAL (2019) correspondiente a la prueba ser bachiller año lectivo 2018-2019, aplicada a 142 estudiantes de la Unidad Educativa Bolívar, en el campo de dominio matemático se obtiene un promedio de 8,08 sobre 10, es decir se encuentra en un nivel de logro satisfactorio según la métrica de la nota de examen de grado establecida por el INEVAL (ver figura 1), siendo un dominio disciplinar adecuado; sin embargo, en la encuesta de factores asociados, la cual permita contextualizar características propias del entorno del estudiante, en el parámetro 3.5 correspondiente a la satisfacción escolar, se obtienen los siguientes resultados a considerarse:

**Figura 1**

*Métrica de la nota del examen de grado.*



*Nota.* La métrica contiene una escala de 4 a 10 puntos. Informe de resultados: Ser bachiller *año lectivo 2018-2019*. Fuente: INEVAL (2019)

El 31,9% de los estudiantes de la institución perciben que no reciben la retroalimentación suficiente por parte de los docentes de las asignaturas para que alguna destreza o conocimiento pueda ser consolidado a través de estrategias

integrales e innovadoras; además, el 24,6% piensa que los maestros no consideran su nivel de comprensión en el proceso educativo; finalmente el 52% indica que los maestros casi siempre preparan sus clases y el 15,9% que casi nunca.

En relación con los resultados obtenidos a nivel nacional, provincial e institucional se puede inferir que, la deficiente aplicación de las estrategias neurodidácticas aplicadas por el docente y el neuroaprendizaje de los estudiantes en la asignatura de matemática en la Unidad Educativa “Bolívar” conlleva a tener discentes pasivos, que no pueden enfrentar situaciones problemáticas, siendo incapaces de tomar decisiones.

Esta inexperiencia en la Neurodidáctica dificulta al docente obtener una visión clara del estilo de aprendizaje de sus estudiantes, situación que le impide captar su interés, ya que no es consciente de sus individualidades, debilidades y potencialidades. Es momento de deslindarse de la educación tradicional y acoplarse a una educación para la vida, innovadora y humana. “Es un crimen el divorcio que existe entre la educación que se brinda en una época, y la época” (Valdés, s.f. p.5).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De qué manera las estrategias neurodidácticas se aplican en el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El Ministerio de Educación (2017) confiere la propuesta curricular 2016, misma que se encuentra enmarcada dentro del cumplimiento de los principios y objetivos para el

desarrollo sostenible tanto nacional como internacional, la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Intercultural y reglamentos correspondientes al sistema educativo. Es así que garantiza el derecho a una educación de calidad y calidez; coherente, actualizada, dotada de flexibilidad en sus procesos, adaptada a la realidad, con metodologías que atiendan a las particularidades y diversidad del alumnado, con un clima escolar adecuado para el aprendizaje e inherentemente ligada a la inclusión; que además, esté orientada a un perfil de salida que cubra los aspectos necesarios para que las generaciones venideras elaboren su proyecto de vida personal y ejerzan una participación activa en la sociedad.

Frente a lo expuesto, para asegurar la continuidad del proceso educativo actual, el docente ecuatoriano se ha visto en la necesidad de capacitarse con herramientas innovadoras que le permitan incidir en el estudiante de un modo atractivo y motivador, siendo imprescindible el uso de metodologías y técnicas que atraigan la curiosidad, generen empatía, potencien la creatividad e inciten a desarrollar la autogestión y metacognición en los estudiantes. Es así que el presente proyecto de titulación pretende ofrecer una propuesta basada en la neuroeducación aplicada en la matemática, mediante el empleo de estrategias neurodidácticas orientadas a la práctica docente que atiendan a la individualidad, intereses y necesidades de neuroaprendizaje de los alumnos de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021. La neuroeducación posibilita un enfoque biopsicosocial en la educación, es decir provee de un proceso de enseñanza y aprendizaje holístico donde la biología, la sociología, psicología y la pedagogía se integran posibilitando la comprensión de las estructuras y procesos cerebrales tales como los sistemas sensoriales y motores, el lenguaje, la lógica, la memoria, la atención, las emociones y el comportamiento. Además, permite reconocer factores de riesgo para el desarrollo cerebral como el estrés, las emociones negativas, entre otros, con la finalidad de generar un entorno saludable para el aprendizaje (Ferrer et al., 2019). Aporta de manera positiva al área de conocimiento de las matemáticas, ya que permite al docente identificar la estructura y funcionamiento cerebral, lo cual facultará comprender la manera en la que aprende

el cerebro y mediante la aplicación de estos conocimientos le permitirá generar estrategias didácticas acordes al procesamiento y consolidación del pensamiento formal.

Al aprovechar todos los aportes de las neurociencias proporcionados por investigadores, tanto estudiantes como docentes del décimo año de la institución se verán beneficiados, contando con estrategias didácticas que estimulen factores neuroeducativos, teniendo en cuenta que en el contexto actual del país se han evidenciado escasos aportes neurodidácticos como los desarrollados por Méndez et al. (2020), Ramírez (2020), Cedeño y Álvaro (2019), García-Ramírez (2019), Díaz (2020) y Gonzáles (2021), que orienten el neuroaprendizaje en la asignatura de matemática pero cabe mencionar que a nivel internacional se cuenta con importantes estudios que serán de apoyo para la realización y fiabilidad del trabajo investigativo. Por lo que se denota factibilidad de acceso a la información, constituyéndose en un estudio de gran originalidad e innovación educativa.

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Establecer la manera en que las estrategias neurodidácticas se aplican en el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1.- Determinar la incidencia de la aplicación de las estrategias neurodidácticas por parte de los docentes de matemática en el proceso de enseñanza de los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de

la ciudad de Tulcán para el conocimiento sobre la aplicación de los principios neuroeducativos en el aula.

2.- Identificar la significancia del neuroaprendizaje mediante el modelo del Cerebro Total de Herrmann, en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán para un análisis.

3.- Determinar la asociación entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

4.- Diseñar una guía de estrategias neurodidácticas que ayude al neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

#### 1.4.3. Preguntas de Investigación

1.- ¿Cuál es la incidencia de las estrategias neurodidácticas que emplean los docentes de matemática en el proceso de enseñanza de los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán?

2.- ¿Es significativo el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán?

3.- ¿Existe asociación entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021?

4.- ¿El diseño de una guía de estrategias neurodidácticas ayudará al neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se despliegan diversas investigaciones de otros autores, mismas que guardan similitud con el presente proyecto de investigación. Cabe mencionar que se encontraron importantes publicaciones a nivel nacional e internacional, los cuales sirvieron de base para comprender la relevancia y las probables relaciones entre las variables de estudio.

#### 2.1.1 A nivel Internacional:

Las investigadoras Sánchez y Pirela (2017), en su artículo "*Efecto de una intervención psicológica en la felicidad de estudiantes universitarios*", destacan la perspectiva de una psicología educativa positiva, en la búsqueda del desarrollo integral de los estudiantes universitarios venezolanos; el estudio permite determinar los efectos de la intervención psicológica encauzada al locus de control interno y la autoeficacia en el bienestar bajo los propósitos teóricos de Seligman y Bisquerra. La investigación es de tipo explicativa de campo y cuasi experimental donde se toman dos grupos, uno experimental y otro de control con sus respectivas mediciones antes y después de un programa diseñado previamente. Se empleó la "Escala de Felicidad de Lima" para la medición de ambos grupos. Los resultados obtenidos fueron:

Se evidenció que no hay diferencias significativas entre los grupos experimental y control, antes del programa; los puntajes en felicidad para el grupo experimental fueron mayores y significativas que para el grupo control después de la aplicación del programa, tampoco se consiguieron diferencias antes y después del programa en el grupo control y por último, los puntajes se elevaron luego de la aplicación del programa en el grupo experimental. Concluyéndose que la intervención psicológica administrada a los estudiantes de la mención

orientación, integrantes del grupo experimental produce incremento en el bienestar subjetivo o la felicidad, definida en este estudio como sentido positivo de la vida, alegría de vivir, satisfacción con la vida y realización personal. (Sánchez y Pirela, 2017, p.91)

Tacca et al. (2019), en su trabajo "*Estrategias neurodidácticas, satisfacción y rendimiento académico en estudiantes universitarios*" investigaron sobre la relación existente entre las estrategias neurodidácticas aplicadas por el docente con la satisfacción y el rendimiento académico de los estudiantes de la universidad de Lima, Perú. El estudio fue cuantitativo, transversal, aplicado a una muestra de 311 alumnos de los dos primeros años de educación universitaria. En cuanto a los resultados se obtuvo una correlación positiva con el rendimiento académico y la satisfacción; también se comprobó que la implementación de las estrategias socioemocionales refleja un coeficiente de correlación más alto con la satisfacción en relación a otros tipos de estrategias.

Usán y Salavera (2018), en su investigación "*Motivación escolar, inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de educación secundaria obligatoria*", analizaron la relación entre la motivación escolar, inteligencia emocional y el rendimiento académico de una muestra de 3512 estudiantes adolescentes de 18 centros educativos. Se utilizaron como instrumentos la Traid Meta-Mood Scale-24 (TMMS-24), la Escala de Motivación Educativa (EME-S) y el rendimiento académico. Para conocer datos sociodemográficos de la muestra se utilizó la estadística descriptiva, posteriormente se procedió a correlacionar las variables mediante un análisis de regresión múltiple por pasos. Los resultados evidenciaron relaciones significativas entre la motivación extrínseca e inteligencia emocional y en mayor grado la motivación intrínseca con la inteligencia emocional. Además, la motivación y la regulación emocional se evidenciaron como predictores del rendimiento escolar.

Ibáñez et al. (2018) desarrollaron un trabajo investigativo titulado "*Un diseño experimental para la mejora de la comprensión lectora y del pensamiento matemático con criterios neuroeducativos*" cuyo objetivo es contribuir a la mejora de la

comprensión lectora y la matemática, mediante la incorporación de la neuroeducación en las aulas. La población estuvo conformada por todas las aulas de cuarto año de primaria de dos colegios. La investigación es de tipo cuasi experimental de análisis de casos, de manera que no se estableció un grupo de control, ya que se midió el progreso diario de cada niño, para finalmente comprobar los datos iniciales con los datos finales.

Los resultados preliminares, con todas las cautelas antes indicadas, sugieren que las rutas neuroeducativas propuestas generan beneficios en el aprendizaje, funcionan, especialmente en los alumnos con mayores dificultades de aprendizaje, lo que abre un espacio de oportunidad para la mejora de la comprensión lectora y de la competencia matemática en contextos de integración y alta diversidad. (Ibáñez et al., 2018, p. 217)

Cifuentes (2017), es su tesis doctoral *“La influencia de la inteligencia emocional en el rendimiento matemático de alumnos de educación secundaria. aplicación de un programa de intervención psicopedagógica de educación emocional”* se plantea como objetivo general conocer las habilidades de la IE y el rendimiento matemático de los educandos además de analizar las posibles relaciones de estas variables con el sexo de los alumnos y comprobar el efecto del Programa de Intervención Psicopedagógica en Educación Emocional (PIPEE). La investigación es de tipo cuasi experimental con enfoque cuantitativo, donde se conforman dos grupos: experimental y de control realizándose un pre test y un post test. Para el contraste de hipótesis la investigadora emplea el estadístico de Levene.

Los resultados de nuestro estudio nos permiten afirmar que existen diferencias significativas en el posttest, en el rendimiento matemático medio por grupos. El rendimiento matemático medio de los alumnos del grupo experimental fue mayor en el posttest que en el pretest, mientras que el rendimiento matemático en grupo control fue menor en el posttest que en el pretest. Los alumnos que participaron en el Programa de Intervención Psicopedagógica en Educación Emocional (PIPEE) (grupo experimental) demostraron un rendimiento

matemático mayor después de haber asistido al programa formativo frente a los que no (grupo control). (Cifuentes, 2017, p.287)

Estrada et al. (2017) en su trabajo investigativo de la Universidad de Sevilla, titulado *“Relación entre los estilos de aprendizaje según el modelo de cerebro total y la inteligencia emocional”* realiza un análisis por cuadrante relacionándolo con el aspecto emocional. Para la dominancia cerebral utilizó el del instrumento de medida elaborado por Jiménez (2006) y para la medición de la inteligencia emocional utilizó una adaptación simplificada de la versión castellana del Trait Meta-Mood Scale, estos instrumentos fueron aplicados a una muestra de 853 estudiantes de distintas facultades de la Universidad Jaime I de Castellón, España. El análisis de datos se lo realizó por medio del planteamiento de modelos de ecuaciones estructurales. Los resultados obtenidos fueron:

Por un lado, los resultados obtenidos demuestran que los estilos de aprendizaje basados en dominancias mixtas (en especial a través del aprendizaje intensivo en competencias propias de los cuadrantes B y D) influirían de forma positiva en el desarrollo de las diferentes funciones que componen la inteligencia emocional del estudiante (H1).

Por otro lado, los resultados confirman la contribución más pronunciada de los estilos de aprendizaje asociados al hemisferio derecho en el desarrollo de la inteligencia emocional del estudiante (H2). De hecho, el estilo de aprendizaje basado en el cuadrante A es el único que no ejerce influencia positiva alguna en el desarrollo de las funciones generadoras de la inteligencia emocional. (Estrada et al., 2017, p.1479)

Moreano (2020), en su tesis de maestría *“Diseño de una estrategia Neuro-didáctica para la comprensión lectora en la resolución de situaciones problemáticas en el aula de Matemáticas dirigida a estudiantes de ciclo 3 del colegio Marsella IED-J.M.”* se plantea el objetivo de diseñar una estrategia neurodidáctica que ayude a la comprensión lectora y favorezca la resolución de problemas en el aula de matemática. El enfoque de la investigación es ontosemiótico del conocimiento, con alcance de tipo

exploratorio, ya que tiene como propósito dar explicación a inquietudes de orden científico y pedagógico de la comprensión lectora. La muestra se compone de 10 alumnos, los cuales participan de los procesos investigativos de orden académico y estilo cognitivo para el cual se utiliza la Prueba estandarizada (John Friedrich Martínez-Universidad Pedagógica).

Al realizar el análisis de resultados se observó que los desempeños de los aprendices se optimizaron; con el desarrollo de las actividades tendientes a la estimulación de los centros nerviosos asociados al desarrollo de habilidades intelectuales; las pruebas de control intermedio y final que se compararon con las pruebas de diagnóstico o pilotaje a las funciones psicológicas superiores y los subsistemas de la memoria de trabajo, de las habilidades de pensamiento y las rutas de procesamiento de la información, develaron la necesidad de incorporar el funcionamiento cerebral a la planeación y desarrollo de actividades escolares y no ceñirse a la observación de conductas, sino realizar el abordaje de la construcción de nociones y conceptos, con base en la estimulación y seguimiento a las funciones psicológicas superiores. (Moreano, 2020, p.166)

Velásquez et al. (2007) en su artículo de investigación denominado "*Determinación del perfil de dominancia cerebral o formas de pensamiento de los estudiantes de primer semestre del programa de bacteriología y laboratorio clínico de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca*", en Bogotá, Colombia, da a conocer la dominancia cerebral de los estudiantes basada en el modelo de Ned Hermann y su relación con la carrera universitaria elegida. El estudio se desarrolla dentro de un enfoque cuantitativo apoyado en el método analítico, con una muestra aleatoria de 30 estudiantes de una población de 130 pertenecientes al primer semestre, a los cuales se les aplicó la encuesta diseñada por Omar Gardié denominado Diagnóstico integral de dominancia cerebral (DIDC) con el objeto de determinar el proceso de los cuatro cuadrantes del modelo del cerebro total de Ned Hermann. Los resultados más significativos que corroboran la compatibilidad entre las dominancias y la carrera de bacteriología arrojaron que "el 50% de los estudiantes presentan dominancia en el

cuadrante cortical izquierdo, el 43% en el cuadrante límbico derecho y el 13,3% en el cortical derecho. El 46,6% de los estudiantes poseen dominancia simple y el 50 % dominancia doble” (Velásquez et al., 2007, p.48).

Yarlequé et al. (2018) en el artículo rotulado “Perfil de dominancia cerebral en ingresantes a la universidad de Huancayo” desarrollado en Perú, estudian las diferencias significativas entre las dominancias cerebrales y universidad de procedencia. Se trabajó con una muestra de 363 estudiantes de 3 universidades distintas, el método utilizado fue el descriptivo con diseño de tipo comparativo, el instrumento empleado para establecer las dominancias cerebrales fue el Test de Herman (HBDI) que consta de 40 ítems, para la comprobación de hipótesis se utilizó la prueba chi cuadrada de Pearson, los hallazgos permitieron determinar que la mayor parte de los estudiantes ingresan a la universidad con dominancia en el cuadrante B, además:

Los resultados expuestos han permitido avizorar el siguiente panorama: En primer término, se ha establecido que el 43% de los estudiantes universitarios no tiene un cuadrante cerebral que predomine en él. El 25,1 % de ellos tienen lo que se denomina dominancia simple, es decir en la cuarta parte de la muestra uno de los cuadrantes predomina sobre los demás. El 16, 5 % muestra una dominancia doble, dicho en otros términos dos cuadrantes predominan sobre los otros. El 10,2 % de la muestra presenta una dominancia triple, tres cuadrantes predominan sobre uno y finalmente sólo 5,2 % de la muestra tiene un cerebro en los que los cuatro cuadrantes son dominantes. (Yarlequé et al., 2018, p.128)

#### 2.1.2 A nivel nacional:

Méndez et al. (2020) en su trabajo de investigación titulado “*Aplicación de la Metodología Neuroestimuladora en la Enseñanza de las Matemáticas*”, resaltan el desfase producido entre los avances sociales y tecnológicos en relación a las prácticas educativas actuales. El estudio está enfocado en analizar la aplicación de

metodologías neuroestimuladoras, mediante el uso de la matemagia; las cuales se comparan paralelamente con las metodologías tradicionales en los alumnos de décimo nivel (sistema ecuatoriano) de 4 instituciones educativas fiscales de los cantones Santa Lucía y Daule del cantón Guayas, evaluándose mediante una encuesta el nivel emocional de los estudiantes antes y después de una clase de 2 horas; adicionalmente al finalizar la clase se aplicó una evaluación para establecer el grado de entendimiento de los alumnos con las dos metodologías, para luego comparar los resultados e interpretarlos a partir de los postulados de la neurociencia aplicados a la educación; el enfoque investigativo es mixto ya que aborda elementos de manera cualitativa y cuantitativa.

Los principales hallazgos encontrados fueron:

- Existen diferencias entre los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes (en cada una de las metodologías), donde la mayoría considera que la aplicación neuroestimuladora es más divertida, con contenidos explícitos, y con mayor probabilidad de permanencia en la memoria a largo plazo. Los resultados de la evaluación, determinaron que existe mayor comprensión en aquellos estudiantes a los cuales se les explicó usando la matemagia. (Méndez et al., 2020, p.74)

Ramírez (2020) en su trabajo de maestría: *“Implicación de la neurociencia en el proceso de enseñanza aprendizaje”* considera que existen factores que dificultan la práctica educativa, como la poca importancia de integrar las emociones en el aula de clase y el uso de metodologías monótonas que distan de la expectativa, curiosidad y atención, ingredientes fundamentales para el aprendizaje y consolidación de la memoria. En función de la problemática el investigador propone la creación de un manual que integre actividades neurodidácticas, para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de Educación General Básica Media de la Unidad Educativa “PIO XII”.

El enfoque del proyecto es cuantitativo, con diseño experimental, ya que implicó el manejo de grupos extraídos de la población, a los cuales se les aplicó un pre-test y un pos-test, para comparar los resultados obtenidos después de la aplicación de la propuesta de intervención. Las experiencias de la aplicación de las estrategias neurodidácticas del manual elaborado fueron favorables, ya que los estudiantes se sintieron más motivados en el aula, observándose la reducción del temor a dar su punto de vista y compartir ideas, predisposición por aprender, buena interacción entre ellos y un mejor clima de aula.

Cedeño y Álvaro (2019) en su trabajo de maestría titulado "*Neurodidáctica en el proceso de enseñanza aprendizaje: guía didáctica*", tiene por objetivo analizar la incidencia de la neurodidáctica en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la Unidad Educativa Fiscal Francisco Huerta Rendón de la ciudad de Guayaquil para dar solución a la problemática ocasionada por la implementación de estrategias tradicionales en el sistema educativo. El estudio tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, su tipo de investigación es descriptivo y de campo, para lo cual las investigadoras emplean las técnicas de la entrevista y la encuesta, obteniendo como resultado la necesidad existente de realizar modificaciones metodológicas en los entornos áulicos de la institución, para lo cual se propone la elaboración de una guía didáctica con estrategias neurodidácticas.

García-Ramírez (2019), en su artículo de investigación realizado en la Universidad Técnica Particular de Loja, nominado "*Estilos de aprendizaje en estudiantes de Ingeniería Civil en Ecuador*", ahonda en el estudio de los estilos de aprendizaje de los estudiantes estableciendo relaciones entre las variables: dominancias, sexo, modalidad de pensamiento, en contraste con la variable calificaciones para que, en base a las tendencias encontradas, el profesor pueda contribuir con actividades específicas o la combinación de ellas para potenciar el proceso de aprendizaje. Para el estudio se escogieron dos grupos de estudiantes, el grupo A estuvo constituido por 33 estudiantes y el grupo B instituido por 36 estudiantes, ambos cursaron la cátedra de pavimentos con el mismo instructor y realizaron actividades similares durante 16 semanas enfocadas en cubrir todos los cuadrantes cerebrales, el estilo de enseñar

del docente y el estilo de aprendizaje de los estudiantes fueron medidos en un test basado en los modelos cerebrales de Herrmann. Para la prueba de hipótesis se utilizaron los estadísticos descriptivos t de Student y regresión lineal. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Si se realizan actividades diversas en el aula se cubren con los estilos de aprendizaje de los estudiantes y por consiguiente se obtienen similares calificaciones entre ellos. Las dominancias mixtas no siempre obtienen los mejores resultados académicos, es más, en los análisis del cuadrante A y D no estuvieron relacionadas con las calificaciones. Además, no siempre las mejores calificaciones las obtienen los estudiantes que tienen la misma dominancia cerebral que el instructor. Por otro lado, el sexo no influye sobre las puntuaciones de los cuadrantes o en sus calificaciones, sin embargo, a partir de este análisis se mostró una relación entre los cuadrantes A y D y sus calificaciones. Finalmente, las personas que aprobaron el curso o lo reprobaron tuvieron similares puntuaciones promedio en cada cuadrante cerebral. (García-Ramírez, 2019, p.33)

Díaz (2020), en su artículo de investigación científica denominado “*Perfil de dominancia cerebral de estudiantes de ciencias económicas y empresariales de la Universidad Rafael Landívar*” de Guatemala, despliega un análisis estadístico descriptivo en base a las frecuencias obtenidas sobre la dependencia de la carrera estudiada con el perfil de dominancia cerebral, así como también su relación con el rendimiento académico. Se aplicó el test de Herrmann a una muestra de 943 educandos extraída de las 5 carreras de la facultad.

Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes encuestados tienen un perfil de dominancia cerebral límbico izquierdo, el cual, en general, coincide con la carrera estudiada y que no existe diferencia significativa entre el perfil de dominancia cerebral y el rendimiento académico del estudiante. (Díaz, 2020, p.41)

González (2021), en su tesis doctoral *“Estrategia neurodidáctica en la comprensión del aprendizaje en estudiantes de segundo bachillerato, Unidad Educativa Dr. Teodoro Alvarado Olea, Guayaquil - 2020”* se plantea como propósito el diseñar una estrategia neurodidáctica para mejorar la comprensión del aprendizaje en los educandos de segundos años de bachillerato. La investigación utilizó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada con alcance explicativo y diseño experimental de tipo cuasi experimental. En cuanto a la muestra, esta estuvo conformada por 60 discentes divididos en 2 grupos, uno de control y el otro experimental conformados por 30 alumnos, como técnica de recolección de datos se utilizó la encuesta aplicada como pre y post test. El análisis de datos y la contrastación de hipótesis se realizó mediante la prueba T-Student.

Los resultados descriptivos evidenciaron en el grupo de control bajo nivel con 23% y alto 3% mientras que el grupo experimental mejoraron, nivel bajo 3% y alto 17%. Los resultados inferenciales evidenciaron una  $t=4,355$  y  $\text{Sig } 0,000 < 0,05$ , con lo cual se acepta la hipótesis de investigación y rechaza hipótesis nula. Se concluye que una estrategia neurodidáctica mejora la comprensión del aprendizaje en los estudiantes. (González, 2021, p.7)

Todos los trabajos investigativos traídos a colación se constituyen en pilares fundamentales donde se sustentan los resultados del presente trabajo de titulación. Otorgándole fiabilidad y una visión innovadora arraigada en la neurociencia.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Neurociencia**

La neurociencia se constituye en la agrupación de distintas subdisciplinas cuyo objeto es el estudio del sistema nervioso (Carminati y Waipan,2012; Falco y Kuz, 2016); su tarea central radica en tratar de explicar cómo actúan millones de células nerviosas a nivel cerebral (Barrera y Donolo; 2009), permitiendo explicar la conducta del ser

humano en diversas circunstancias de la vida. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura los avances que se han suscitado en el ámbito de las neurociencias avivan cada vez más el interés de las comunidades educativas, pretendiendo concebir e interpretar las interacciones entre el aprendizaje humano y los procesos biológicos (UNESCO, 2015).

### 2.2.2 Neuroeducación

Según el Instituto Superior de Estudios Psicológicos (ISEP, 2018), la neuroeducación es una doctrina, donde educadores y neurocientíficos integran la neurología y las ciencias de la educación para producir mejoras en las metodologías y programas educativos de enseñanza.

Mora (2017) refiere a una nueva enseñanza basada en el estudio de la manera en la cual el cerebro aprende; abriendo nuevas posibilidades y estrategias metodológicas útiles para la enseñanza, potenciando el pensamiento crítico y abstracto.

Sobre lo mencionado es relevante recalcar la importancia de la neuroeducación en las instituciones educativas, como apoyo a la labor docente en el proceso de enseñanza y aprendizaje; propiciando un clima de aula positivo y la formación integral de los discentes, fortaleciendo los aspectos cognitivos, emocionales y sociales.

Existe una dicotomía entre los conocimientos pseudocientíficos y la práctica en el sistema educativo real, siendo necesaria la figura del neuroeducador, como un mediador entre la neurociencia y los profesionales de la educación. Es responsabilidad de las instituciones educativas implementar modelos pedagógicos, curriculares y didácticos holísticos e integrales (Pherez et al., 2018).

#### 2.2.2.1 Origen de la neuroeducación hasta la actualidad.

El origen de la neuroeducación se sitúa a finales de la década de los 80 del pasado siglo XX, donde se sitúa la mayor parte de bibliografía sobre el tema (D'Addario, 2019).

Como consecuencia lógica su aplicación inicia en los países desarrollados a principios de la década de los 90, razón por la cual toma el nombre de “Década del cerebro”.

La neuroeducación es parte de la neurociencia, por lo que la neurociencia puede ser considerada como antecesora de la neuroeducación. En 1988, Gerhard Preiss, catedrático de la Universidad de Friburgo sostenía que la pedagogía escolar y la didáctica deben constituirse en función al aprendizaje, visto como un producto de distintos procesos cerebrales, por lo cual la enseñanza debía avanzar de un modo paralelo al desarrollo del cerebro infantil (D’Addario, 2019). Es así como propuso la creación de una asignatura que interconecte la investigación neurológica con la pedagogía. El interés en la neuroeducación fue incrementando en Estados Unidos, extendiéndose hasta Europa. Se han creado instituciones como el Centro de Neurociencia para la Educación de la Universidad de Cambridge y el Center for International Studies and Research de París.

El concepto de neuroeducación se ha ido redefiniendo hasta la actualidad, describiéndola como una disciplina de carácter multidisciplinar, que toma base la sinergia de los campos de conocimiento: neurociencia, psicología y educación (D’Addario, 2019). Del escenario de la psicología, toma las teorías sobre el funcionamiento de la conducta y la cognición. En el campo de la educación, se centra en las teorías y prácticas pedagógicas concernientes al funcionamiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Del ámbito de la neurociencia, toma los conocimientos de la manera en la que funciona el cerebro y acciones educativas en relación con programas que contemplen bases biológicas básicas.

De las interacciones entre estas disciplinas, surge la neuroeducación, cuyo objetivo es mejorar la práctica pedagógica integrando los conocimientos sobre el desarrollo y funcionamiento cerebral en el ámbito educativo.

### 2.2.3 Neurodidáctica

Para Paniagua (2013) la neurodidáctica constituye una rama de la pedagogía fundamentada en las neurociencias, cuyo objetivo es el diseño de estrategias didácticas que otorguen respuestas a la particularidad del estudiantado, con miras hacia la inclusión, potenciando habilidades, creando sinapsis cerebral; de modo que la práctica docente permita enriquecer el número de conexiones neuronales, desde edad temprana y a lo largo de la vida.

El docente requiere distinguir el ritmo de aprendizaje de sus alumnos y conocer el funcionamiento cerebral (Moreano, 2020). Aspectos que le permitirán procurar un diseño metodológico que propicie la articulación de procesos intelectuales, para de esta manera adecuar acciones didácticas que se ajusten a las necesidades de los aprendices.

Cuando los maestros imparten sus clases de un modo conductista, los estudiantes aprenden los contenidos de memoria, sin entenderlos; en ese contexto, si un alumno no ha comprendido alguna temática, la memorización acentúa las conexiones defectuosas, las cuales, al ser activadas, ocasionan que el error mental se agudice. Frente a lo expuesto se recomienda cambiar totalmente la metodología, ya que implica un mayor esfuerzo el hecho de reorientar una red neuronal que ya ha sido consolidada, frente al hecho de aprender algo nuevo (Pherez et al., 2018).

### 2.2.4 Estrategias neurodidácticas

La base de la neurodidáctica reside en los estudios biológicos del cerebro y las interacciones sociales, es así que los neurólogos pueden apoyar a pedagogos y profesores en el proceso educativo, en lo que respecta al desarrollo y mejora de estrategias didácticas que trasciendan las prácticas tradicionales y que se ajusten a los principios doctrinales e innovaciones de las neurociencias (Boscán, 2011).

Las estrategias neurodidácticas tienen como fundamento su adaptabilidad al perfil, ritmo y estilo de aprendizaje de los educandos, dentro de un marco pedagógico flexible, cooperativo y auto reflexivo. Para el efecto, refiere a un plan trazado y coherente a los objetivos de aprendizaje, lo cual implica métodos, técnicas, recursos y medios encaminados al desarrollo integral del discente.

Boscán (2011) determinó tres dimensiones para tipificar las estrategias neurodidácticas: operativas, metodológicas y socioemocionales.

#### 2.2.4.1 Estrategias neurodidácticas operativas

Componen un conjunto de estímulos creativos para la presentación de contenidos, planificados por el docente en función del interés del discente y la realidad de su entorno (Boscán, 2011; Tacca et al., 2019). Dentro de las estrategias neurodidácticas operativas se distinguen:

##### a) Organizadores previos

Integran las experiencias antiguas con los nuevos conocimientos, propiciando un recurso de tipo introductorio, mediante la generación y expresión de ideas por parte de los estudiantes, antes del desarrollo de una unidad o del desarrollo de la clase (Falconi et al., 2017).

##### b) Mnemotécnica

Es una estrategia que permite al estudiante establecer un vínculo o asociación para recordar o memorizar, palabras, frases, imágenes, entre otros. Mediante el empleo de colores, códigos, gráficas, palabras clave y otros apoyos que constituyan un estímulo para la activación de las memorias sensoriales (Falconi et al., 2017).

### c) Mayéutica y dialéctica

Promueve la discusión en la práctica educativa, mediante preguntas que inviten a los discentes a la reflexión sobre la temática tratada (Boscán, 2011), para ello puede elaborarse lluvia de ideas o debates orientados a la explicación de una problemática establecida.

### 2.2.4.2 Estrategias neurodidácticas metodológicas

Están compuestas por procesos lógicos, promoviendo el análisis, la investigación y la construcción del conocimiento. Se encuentran directamente relacionada con las estrategias socioemocionales y operativas (Boscán, 2011; Tacca et al.,2019).

#### a) Mapas mentales

Es una táctica de carácter cognitivo, que consiste en ir tejiendo una red de información en torno a un concepto central, del cual se derivan ideas secundarias; mostrándose diferentes ideas representadas en un gráfico elaborado de manera creativa mediante razonamientos lógicos (Falconi et al., 2017); facilitando los procesos de síntesis y toma de decisiones; captando la atención de los estudiantes, la misma que se deriva de la motivación generada y posibilita la asociación de redes neuronales para el desarrollo de habilidades de pensamiento en los educandos.

#### b) Mapas conceptuales

Se constituye en un esquema sistemático y jerárquico de impacto visual; proporciona un resumen global del contenido tratado en clase, mediante conceptos, proposiciones, fórmulas y palabras enlace, los cuales constituyen entre si una estructura semántica; y facilita inferencias entre conceptos inherentes a la resolución de problemas (Boscán, 2011).

### c) Mategramas

Despiertan la curiosidad de los alumnos, quienes deben descubrir un concepto oculto a partir de pistas proporcionadas por el docente (Boscán, 2011), estimulando así, la activación de procesos lógicos, memorísticos y razonados, por lo que faculta la construcción y comprensión de conceptos complejos.

### d) Tic's

Las tecnologías permiten establecer conexiones creativas, innovadoras, inmediatas, continuas y permanentes entre profesor y estudiantes, permitiendo compartir recursos a través de blogs, redes sociales, correos, chats, entre otros (Falconi et al., 2017).

## 2.2.4.3 Estrategias neurodidácticas socioemocionales

Implican interacciones entre aspectos conductuales, fisiológicos y psicológicos, incentivando la participación activa y compromiso del alumno. Fortaleciendo vínculos entre los actores implicados en el proceso educativo (Boscán, 2011; Tacca et al., 2019).

### a) Trabajo entre pares

Refuerzan la comunicación mediante el trabajo cooperativo, implicando a los estudiantes de una forma activa en el proceso de aprendizaje. El cerebro humano es social y necesita de la interacción con sus semejantes para crear y fortalecer conexiones neuronales (Boscán, 2011).

### b) Reflexiva

Esta estrategia se enfoca en instruir a los estudiantes para que sean capaces de transferir los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas de la vida cotidiana, con actitud dinámica e independencia, alejándose del rol tradicional de un

simple receptor pasivo de la información y, por el contrario, prepara individuos aptos para aprender durante todo el transcurrir de la vida. Algunas de las estrategias reflexivas son: aprendizaje basado en proyectos, análisis de videos, estudios de caso, debates, entre otros (Falconi et al., 2017).

#### c) Relajación y sensibilización

La relajación busca adecuar un ambiente de armonía y equilibrio entre cuerpo y mente, generando un estado de calma, permite a los estudiantes proyectar seguridad en las labores desarrolladas, siendo estas productivas y satisfactorias. Algunas formas de relajación son la aromaterapia, ejercicio físico, meditación, yoga, entre otros (Falconi et al., 2017).

Por su parte, la sensibilización se asocia a los sentidos y busca estimular emocionalmente (Falconi et al., 2017). Cimentando en los educandos, objetivos sólidos en cuanto al proceso de aprendizaje y la consecución de metas.

#### d) Retroalimentación

Esta estrategia refuerza los aprendizajes, instituyéndose en un momento de reflexión, donde se establecerán correctivos (Boscán, 2011), de manera que los alumnos perciban al error como un elemento natural del proceso educativo, donde su detección y corrección generarán sentimientos positivos, afianzando nexos afectivos y cognitivos en la búsqueda de una educación efectiva.

### 2.2.5 El aprendizaje humano

Antunes (como se citó en Ortiz, 2015) menciona que los seres humanos aprendemos “de manera perdurable cuando somos transformados en el centro de la producción del aprendizaje y que éste se construye con interacciones entre las informaciones que llegan y las que ya poseemos (saberes previos), pasando de una visión sincrética a una visión analítica y después sintética” (p.54), aprender es un proceso de

modificación de las estructuras neuronales, donde se establecen nuevas conexiones sinápticas.

#### 2.2.6 Neuroaprendizaje

Según Pherez et al. (2018), “El neuroaprendizaje es una disciplina que combina la psicología, la pedagogía y la neurociencia para explicar cómo funciona el cerebro en los procesos de aprendizaje” (p.152). Al estudiar cómo aprende el cerebro se hace posible conocer y cubrir los distintos estilos de aprendizaje, canales de representación sensorial, distintas formas de inteligencia y resolución de problemas; así como también pueden considerarse los períodos sensibles del desarrollo cognitivo del ser humano que guardan amplia relación con el aprendizaje.

“El proceso de aprendizaje involucra todo el cuerpo y el cerebro, quien actúa como una estación receptora de estímulos y se encarga de seleccionar, priorizar, procesar información, registrar, evocar, emitir respuestas motoras, consolidar capacidades, entre otras miles de funciones” (Pherez et al., 2018, p.153). Se debe tomar en cuenta que el proceso de desarrollo cerebral es gradual por lo que las estrategias de aprendizaje deben partir desde lo simple a lo complejo y desde lo concreto a lo abstracto, sin desligarse de las emociones, ya que la inteligencia emocional permite un óptimo desempeño del intelecto al lograr la complementariedad de la neocorteza con el sistema límbico.

#### 2.2.7 Neurodesarrollo y funciones cognitivas

Ortiz (2009) en su libro Neurociencia y Educación, afirma que:

El cerebro, durante las etapas que se corresponden con la niñez y la adolescencia, experimenta cambios importantes que no están tan directamente relacionados con el aumento del número de neuronas sino con las conexiones neuronales tanto entre neuronas cercanas como entre grupos de neuronas situadas a larga distancia; es una etapa en la que la neurona desarrolla una gran cantidad de conexiones. (p.35)

En relación establecido, un proceso educativo debe centrarse en moldear, dirigir y reorganizar los procesos mentales, a fin de establecer múltiples conexiones entre las neuronas. La plasticidad neuronal y el desarrollo cíclico son procesos neurobiológicos que están implicados con las etapas de desarrollo cognitivo.

#### 2.2.7.1 Plasticidad neuronal

Las neuronas realizan distintas funciones neurobiológicas en el proceso de maduración cerebral. De esta forma, pueden generarse sinapsis (sinaptogénesis), otras pueden ser eliminadas (pruning), pueden generarse conexiones nuevas entre terminales de las mismas o distintas neuronas cercanas (dendrogénesis), pueden establecerse nuevas conexiones entre neuronas distantes entre sí (mielogénesis), pueden generarse nuevas neuronas (neurogénesis), también muchas conexiones pueden ser afianzadas o reestructuradas en base la información recibida (Ortíz,2009).

El cerebro se asemeja a una máquina compleja, donde se originan pensamientos, sentimientos, emociones, respuestas a los estímulos, funciones de orden ejecutivo como decidir, comparar, analizar, entre otros. Distinguido por su plasticidad, la misma que le otorga la capacidad de transformarse con las experiencias recibidas, estableciéndose nuevas sinapsis (Silva et al., 2008) e interiorizando nuevos aprendizajes, permitiendo reorganizar, elaborar y crear propias concepciones del mundo. La neuroplasticidad permite explicar por qué algunas personas reestablecen ciertas destrezas que se creían perdidas luego de una lesión.

“El cambio es una de las características básicas del cerebro sano, los cerebros más sanos, los cognitivamente mejor preparados, son los más cambiantes” (Ortíz, 2009, p.37). En el ámbito educativo el docente requiere conocer el funcionamiento cerebral y los ritmos de aprendizaje a fin de adecuar estrategias didácticas que se ajusten a las necesidades de los alumnos, permitiendo la articulación de los procesos intelectuales mediante la conexión de la mayor cantidad de centros nerviosos (Briones y Benavides, 2021); el cerebro se encuentra constantemente percibiendo, analizando,

integrando y procesando información, aspectos que combinados con el factor genético, la motivación, el estado emocional, u ambiente de aula confortable, entre otros, favorecen a la conexión de las redes neuronales. Es importante mencionar que la neuroplasticidad persiste a lo largo de la vida del ser humano con mayor o menor intensidad.

#### 2.2.7.2 Períodos críticos y períodos sensibles

Una particularidad muy esencial en el desarrollo del cerebro constituye el hecho de que este se lleva a cabo por ciclos y no de manera lineal (Ortíz, 2009).

Los períodos críticos ocurren cuando se propicia una expansión masiva de conexiones neuronales, la misma que está orientada a procesos neuroquímicos cerebrales, simples, primitivos, sensoriales (Ortíz, 2009; Rivasplata, 2020); se originan en mayor medida durante los primeros años de vida con el propósito de producir redes neuronales para la adaptación al medio y proporcionar los mecanismos necesarios para el desarrollo cognitivo y el aprendizaje.

Durante los períodos sensibles los circuitos neuronales son más receptivos y flexibles a la estimulación ambiental (Jiménez et al., 2019); estos serán los más relacionados al proceso de enseñanza y aprendizaje en el cual el cerebro a partir de las experiencias estará predispuesto al cambio (Ortíz, 2009); está orientado en mayor medida a los procesos complejos durante la etapa de formación educativa, esencialmente en programas donde la estimulación, novedad, innovación y creatividad forman parte de la actividad pedagógica.

Se consideran tres etapas desde el nacimiento hasta la edad adulta:

##### a) Nacimiento hasta los tres años

Esta se constituye en una fase sustancial para definir el carácter y temperamento (Bueno y Forés, 2018), en la cual es de suma importancia el vínculo familiar, afectivo,

emocional y social del niño, proveyéndole de estabilidad para un buen desarrollo y actividad cerebral.

En esta etapa la capacidad de absorción de la información genera un importante cableado neuronal, por este motivo no es aconsejable la hiperestimulación (Ortíz, 2009); se recomienda una estimulación ambiental integrada y organizada, sin pretender especializar un área específica del cerebro, para predisponer una determinada conducta, destreza o habilidad.

La información proporcionada debe ser de manera clara, precisa y concreta; mediante la realización de juegos, la utilización de materiales novedosos, el empleo de múltiples colores, movimientos y música.

#### b) Cuatro a once años

Es la etapa de armonización del cerebro con los procesos de destreza académicas, con gran cantidad de interacciones sociales, culturales, morales, motivacionales y emocionales (Ortíz, 2009; Bueno y Forés, 2018); los períodos sensibles se encuentran muy desarrollados, razón por la cual el proceso de enseñanza y aprendizaje en la escuela debe ser preciso, novedoso, sistemático, secuencial en el tiempo, para que de este modo el cerebro pueda generar conexiones neuronales estables capaces de almacenar la información.

Cronológicamente es el período donde se adquieren la mayor cantidad de destrezas lingüísticas; además, los niños alcanzan conocimientos básicos mediante la repetición y la estimulación ambiental para su futuro desarrollo cognitivo.

#### c) Etapa adolescente

Se constituye en una etapa de gran desarrollo neurohormonal que implica distintas áreas cerebrales, para contribuir al incremento de las funciones cognitivas, emocionales, sociales, éticas, morales, como también modificaciones conductuales;

dando apretura a las funciones más complejas del ser humano: el razonamiento, la lógica, atención, entre otras; se produce también una maduración de los procesos de comportamiento motor, consiguiendo una conducta motriz compleja (Ortíz, 2009); los adolescentes tienden a romper las normas como conducta natural en su desenvolvimiento, por lo cual es fundamental establecer límites claros (Bueno y Forés, 2018).

Es importante mencionar que el desarrollo neuronal se extiende hasta después de la adolescencia para establecer el incremento de las sinapsis entre áreas cerebrales distantes. Es una faceta de desarrollo individual de nuevas experiencias y regida por la curiosidad, motivo por el cual, la labor del profesor resulta ardua, ya que debe generar programas de enseñanza novedosos, cambiantes, atractivos, no aburridos, que estimulen al aprendizaje, la capacidad para realizar distintas tareas a la vez, tomar decisiones adecuadas, inhibir conductas erróneas, capacidad de prever las consecuencias de las acciones y mantener la disciplina.

El adolescente se inclina a las percepciones visuales, participar, experimentar, entre otros; le cuesta trabajo llevar a cabo proceso reglados, repetitivos, sistemáticos característicos del sistema escolar. Es necesario tomar en cuenta que los tiempos de descanso, autocontrol y reflexión, aportaran significativamente a la asimilación y producción de la información.

#### 2.2.8 Estilos de aprendizaje: Modelo de la programación neurolingüística de Bandler y Grinder.

El modelo de estilos de aprendizaje de la programación neurolingüística de Bandler y Grinder, parte de la consideración de que aprendemos en distintas maneras y ritmos, pues cada persona percibe, ordena y procesa la información de un modo diferente, generando su propio método de aprendizaje. Por lo que se propone tomar en cuenta las preferencias del alumno en dependencia del canal sensorial predominante. Se proyectan tres posibilidades: visual, auditiva y kinestésica.

#### 2.2.8.1 Sistema de representación visual

Son personas que pueden aprender y recordar lo que ven, por ejemplo, prefieren observar y leer fotocopias en lugar de seguir la explicación oral, la mayor parte de las personas pueden ser consideradas visuales, aproximadamente el 40% (Caballero, 2017).

#### 2.2.8.2 Sistema de representación auditivo

Son personas que aprenden mejor cuando perciben la información de manera oral y pueden explicar esa información a otras personas o repetírsela a sí mismos. Perciben el mundo a través de sonidos y palabras (Caballero, 2017).

#### 2.2.8.3 Sistema de representación kinestésico

Se trata de personas que para procesar la información necesitan asociarla al movimiento del cuerpo, el tacto, las emociones y las sensaciones. Los estudiantes kinestésicos precisan de más tiempo y mayor movimiento para aprender, constantemente buscan excusas para levantarse y salir del aula (Caballero, 2017).

Aunque un estilo tenga mayor predominancia que el resto, en el transcurrir de la vida utilizamos los tres estilos dependiendo de las situaciones.

#### 2.2.9 Teorías del aprendizaje relacionadas con el funcionamiento del cerebro

Son teorías que estudian cómo opera el cerebro en los procesos de aprendizaje, sus peculiaridades y correspondencia con la conducta humana a partir de una mirada neurocientífica. Entre los modelos más importantes se encuentran la teoría de los hemisferios cerebrales, la teoría del cerebro triuno y la teoría del cerebro total, mismas que se integran, amplían y retroalimentan entre sí.

### 2.2.9.1 Teoría de los hemisferios derecho e izquierdo

El cerebro se constituye en el órgano central del sistema nervioso, se encuentra dividido en dos hemisferios que están intercomunicados por el cuerpo calloso, cada uno de ellos dirige el lado contrario del cuerpo (Estrada et al., 2017) y se especializa en distintas funciones. La Teoría de Sperry que data del año 1973, establece que el hemisferio izquierdo es realista, rige el lenguaje, la realización de las operaciones aritméticas, secuenciales y lógicas; los alumnos con este tipo de procesamiento prefieren actividades estructuradas, ordenadas basadas en patrones y certezas. El hemisferio derecho es imaginativo, creativo, dirige las relaciones espaciales y se fundamentan en los sentimientos; este tipo de alumnos buscan actividades poco estructuradas, donde usen su intuición y su procesamiento es global. Independientemente del hemisferio dominante ambos actúan conjuntamente como una sola unidad (Caballero, 2017).

### 2.2.9.2 Teoría del cerebro triuno

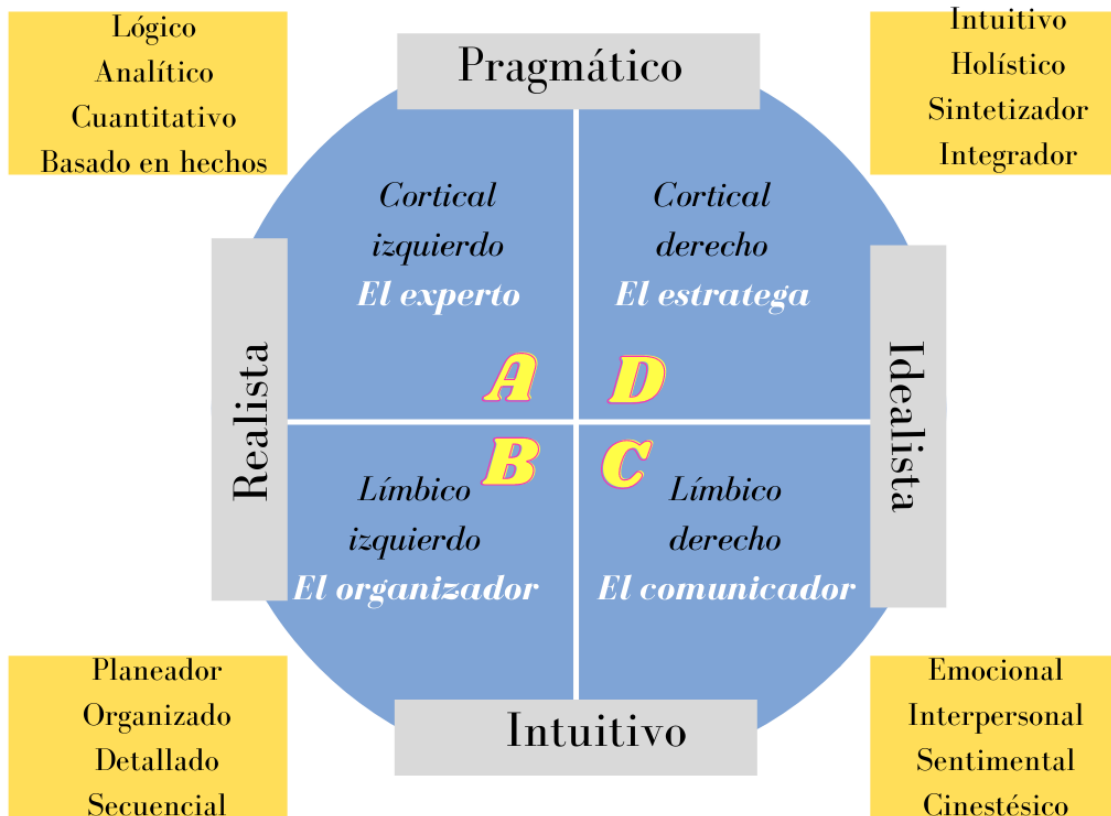
Teoría propuesta por MacLean en el año de 1990, plantea que la estructura cerebral está compuesta por tres cerebros integrados: reptiliano, límbico y neocorteza. El cerebro reptiliano está relacionado con lo instintivo, supervivencia, rutinas, costumbres, hábitos, conducta automática o programada y patrones de comportamiento a partir de la primera formación (Velásquez et al., 2007; Estrada et al., 2017). El sistema límbico procesa los estados emocionales, afectivos y sentimientos como el amor, odio, tristeza, alegría, entre otros (Velásquez et al., 2007; Estrada et al., 2017). Y finalmente la neocorteza, constituida por los dos hemisferios, donde se realizan procesos intelectuales superiores, como funciones lógicas de análisis, síntesis, inducción, deducción, además de procesos imaginativos, asociativos y creativos (Velásquez et al., 2007; Estrada et al., 2017)

### 2.2.9.3 El modelo del cerebro total de Herrmann

Teoría fundamentada por Ned Herrmann en 1994 con base en los modelos de Sperry (1973) y de McLean (1990), la misma que integra la neocorteza (hemisferios cerebrales) con el sistema límbico para formar cuatro cuadrantes (Díaz, 2020), los mismos que constituyen distintas formas de pensar, aprender, crear, procesar información y convivir en el entorno; mismas que interactúan como una totalidad integrada. A continuación, la figura 2 ilustra los cuadrantes del modelo del cerebro total.

**Figura 2**

*El modelo cerebral total según Herrmann*



*Nota.* La figura muestra los cuadrantes A, B, C y D propuestos por Herrmann. Fuente: elaboración propia adaptado del trabajo investigativo de García-Ramírez (2019).

El cuadrante A, llamado también como cortical izquierdo se especializa en el pensamiento lógico, crítico, matemático, analítico y basado en hechos concretos (Díaz, 2020); con un perfil experto con altas capacidades de inteligencia y razonamiento. Mientras que el cuadrante B, denominado como límbico izquierdo está relacionado a un pensamiento organizado, planificado, secuencial, controlado y detallado (Velásquez et al., 2007); con un perfil organizador, propio de una persona conservadora con altas capacidades de administración. Por otra parte, el cuadrante C designado como límbico derecho supone un pensamiento emocional, sensorial, interpersonal, comunicador, humanístico y musical (García-Ramírez, 2019); corresponde a un perfil comunicador, característico en una persona con habilidades sociales. Por último, el cuadrante D señalado como cortical derecho, admite un pensamiento creativo, estratégico, conceptual, global, sintético, holístico, integrador artístico, espacial y visual (Velásquez et al., 2007; Díaz, 2020); con un perfil estratega, propio de una persona con habilidades de emprendimiento e innovación. En el ámbito educativo, el docente debería emplear su pedagogía y recursos didácticos para la enseñanza abarcando los cuatro cuadrantes.

De manera habitual una persona suele emplear más las funciones de uno o algunos cuadrantes más que otros, a esta particularidad se la distingue como dominancia cerebral, la misma que puede ser medida mediante el uso del Instrumento de Dominancia Cerebral de Herrmann (HBDI) compuesta de 120 ítems. Mismo que fue tomado como antecedente por Jiménez (2016) para la elaboración de un instrumento adaptado al ámbito educativo con relación a los estilos de aprendizaje, pensamiento y dominancia de los educandos.

El instrumento elaborado por Jiménez consta de 40 ítems, 10 ítems por cada cuadrante en una escala tipo Likert de 5 niveles, donde 1 es “lo que hago peor” y 5 es “lo que hago mejor”. El resultado final por cuadrante se consigue al multiplicar por 2 los resultados de las sumatorias obtenidas en cada uno de ellos, una vez obtenida se confrontan los valores con la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Clases de dominancia y perfil según rango propuesto.*

Rango	Perfil	Dominancia
80 – 100	1	Primaria
60 – 79	2	Secundaria
0 – 59	3	Terciaria

Nota. Datos tomados de la escala de medición Jiménez (2016)

Un porcentaje igual o mayor a 80 en uno de los cuadrantes denota dominancia primaria (alta) y se representa con el valor de 1; un porcentaje mayor o igual a 60 y menor o igual a 79 indica una dominancia secundaria (en proceso de formación) y se representa con el valor de 2; y un porcentaje menor o igual que 59 corresponde a una dominancia terciaria (baja), la cual se simboliza con el número 3.

De acuerdo con la puntuación obtenida por cada cuadrante en la secuencia A, B, C, D, se establece el perfil de dominancia, por ejemplo 1-2-2-3 significa que existe dominancia primaria en el cuadrante A, secundaria en los cuadrantes B, C y terciaria en el cuadrante D. Bajo estos parámetros se pueden encontrar todas las combinaciones posibles de los grados de dominancia: simple, doble, triple, cuádruple e incluso ausencia de la misma.

Dominancia simple: su pensamiento se contiene en solo un cuadrante. Según Velásquez et al. (2007), “Los estudiantes con dominancia simple se caracterizan por tener menos conflictos internos y tomar decisiones armónicas y predecibles. Sin embargo, su capacidad para interactuar es reducida, así como su capacidad de independencia creativa” (p. 55). La tabla 3 despliega las características y comportamientos de las dominancias simples según su cuadrante.

**Tabla 3***Características y comportamientos de las dominancias simples*

Cuadrante	Características	Procesos Cognitivos que desarrolla	Competencias que posee
A (cortical izquierdo)	Frío, distante, irónico, intelectualmente lúcido, capacidad de evaluar y reflexionar, individualista y competitivo	Lógica, análisis, razonamiento; tendencia por los modelos y teorías, accionar basado en hechos, prefiere la palabra precisa y procede por hipótesis.	Matemática, cuantitativa, abstracción, técnica, resolución de problemas y finanzas.
B (límbico izquierdo)	Emotivo, introvertido, controlado, minucioso, tiende a monologar, gusto por las fórmulas, conservador y fiel, amor al poder y vinculación a la experiencia.	Secuencial, planificación, estructura, definición de procedimientos, formalización, verificador y metódico	Administración, sentido de organización, liderazgo, realización y puesta en marcha, trabajador consagrado y orador.
C (límbico derecho)	Extrovertido, espontáneo, espiritual, emotivo, gesticulador, lúdico, hablador, reacción contra las críticas negativas.	Integración mediante la experiencia; trabaja con base en sentimientos; fuerte implicación afectiva; escucha y pregunta; siente la necesidad de vivir en armonía y compartir; evalúa los comportamientos	Relaciones interpersonales, propensión al diálogo, tendencia a la enseñanza, competencias comunicativas, trabajo en equipo.
D (cortical derecho)	Originalidad, independencia, sentido del humor, espacialidad, futurista, discurso esplendoroso.	Conceptualización, imaginación, visualización, metáforas, síntesis, asociación e integración de imágenes.	Innovación, creación, investigación, espíritu, visión de futuro, empresarial.

*Nota.* La tabla muestra las características de los distintos tipos de dominancia simple. Fuente: Velásquez et al. (2007).

Dominancia doble o mixta: su pensamiento se contiene en dos cuadrantes. La combinación de la dominancia de los cuadrantes da como resultado los estilos de pensamiento: realista o de sentido común, está conformado por el hemisferio izquierdo, ya que se constituye de los cuadrantes A y B; instintivo o visceral, perteneciente al sistema límbico, ya que está constituido por los cuadrantes B y C; idealista o kinestésico, está conformado por el hemisferio derecho, ya que se constituye de los cuadrantes C y D; y pragmático o cerebral, correspondiente al área cortical, compuesta por los cuadrantes A y D ( Velásquez, et al., 2007; Estrada, et al., 2017; García-Ramírez, 2019; Díaz, 2020).

Los alumnos con dominancia cortical y límbica pueden partir del pensamiento racional y basado en hechos a modos vivenciales, una de las desventajas es que suelen emplear mucho tiempo en la toma de decisiones ya que poseen dos opciones para actuar (Velásquez et al., 2007).

Dominancia múltiple: son consideradas las dominancias triples las cuales se contienen en tres cuadrantes y las cuádruples en cuatro, se caracterizan por un estilo de pensamiento múltiple. Las personas con este tipo de perfil poseen habilidades lingüísticas lo que posibilita la fácil interacción entre todos los cuadrantes, es por ello que en el caso de una dominancia triple por lo general el cuadrante no primario raramente será terciario (Velásquez et al., 2007). La dificultad de estos tipos de perfiles es el tiempo que demoran en madurar.

#### 2.2.10 Funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas se constituyen en un sistema de funcionamiento neuropsicológico, provisto de las habilidades necesarias para iniciar, desarrollar y finalizar una actividad con un objetivo determinado; comprende una serie de procesos cognitivos y metacognitivos tales como la planificación, la atención, el autocontrol, la inhibición, la autorregulación, resolución de problemas, entre otros (Rigo et al., 2017). Es así que, los recursos cognitivos y emocionales están integrados y regulados por las funciones ejecutivas, de ahí radica su importancia en las interacciones sociales, decisiones personales, entre otros. Según Ramos-Galarza et al. (2017):

Desde una perspectiva neurofisiológica, las funciones ejecutivas se encuentran localizadas en el lóbulo frontal, y son ejecutadas principalmente por la corteza prefrontal; misma que es reconocida como la parte más evolucionada del cerebro humano y que nos otorga la característica de individuos racionales, a diferencia del resto de seres del reino animal. Se sabe que la porción dorsolateral se encuentra asociada a procesos metacognitivos como la planificación, memoria de trabajo, fluidez (diseño y verbal), solución de problemas complejos, flexibilidad cognitiva, generación de hipótesis,

estrategias de trabajo, seriación y secuenciación; mientras que, la porción frontal orbital, está relacionada con funciones de regulación del comportamiento, control inhibitorio y adaptación de la conducta a las normas sociales; y la porción medial del cíngulo anterior, se relaciona con la regulación de la motivación. (p.34)

Por tal motivo, las funciones ejecutivas ejercen una labor trascendental en el contexto académico de un estudiante, ya que posibilita el planteamiento de objetivos a corto o largo plazo y el desarrollo de estrategias efectivas para la consecución de metas planteadas. Las habilidades ejecutivas aportan a la resolución de problemas y se incrementan en función de la edad.

Dentro de las funciones ejecutivas algunos autores han considerado aspectos fríos y cálidos; los aspectos fríos se relacionan con el dominio cognitivo y los cálidos con el control emocional (Rueda y Paz-Alonso, 2013), estos tienen una relación recíproca y están ligadas a la motivación existente para la solución de un problema.

#### 2.2.10.1 Atención

La atención ejecutiva es fundamental para el proceso de enseñanza y aprendizaje. El cerebro permanentemente se encuentra prestando atención, pues de ello depende la supervivencia; el proceso consiste en: alarma, orientación, identificación y decisión. “La atención se expresa en un alumno cuando hay mayor flujo de información en la zona de las vías cerebrales relativas a las vías circundantes. En pocas palabras: cuando la actividad cerebral especializada es alta, la atención también lo es” (Jensen, 2010, p.67); el cerebro constantemente corrige imágenes percibidas para ayudarnos a estar atentos, tanto en la estimulación de nuevas neuronas, como también en la eliminación de la información que no es relevante.

La atención puede ser: interna, que es la que se origina a través de los propios procesos mentales y externa, consiste en los estímulos del exterior. En el contexto educativo, la atención es significativa cuando la enseñanza es relevante, cautivadora

y escogida por el alumno, de lo contrario es estadísticamente improbable. Si se requiere captar la atención es necesario contrastar con estímulos o instrumentos que mantengan el interés, es importante también, que los profesores establezcan tiempos de descanso después del nuevo aprendizaje para que este pueda consolidarse (Jensen, 2010).

#### 2.2.10.2 Memoria

En la actualidad se sabe que a diferencia de lo que se pensaba antiguamente, el cerebro de los adultos y los niños no permanece estático (D'Addario, 2019), ya que va cambiando con las nuevas experiencias y desarrolla nuevas conexiones neuronales, dichos cambios se producen en diferentes zonas del cerebro. Es así que, el proceso que realiza el cerebro al almacenar y procesar la información se denomina memoria, la cual actúa como un constructor de significados, es fundamental comprender que sin memorización no existe aprendizaje. Los modelos de procesamiento forman un sistema que trata la información de manera secuencial, por lo que se distinguen los siguientes tipos de memoria:

##### a) Memoria sensorial

Es la que se produce a través de las sensaciones percibidas por los sentidos. Tiene la capacidad de almacenar gran cantidad de información de forma simultánea, pero desaparece inmediatamente o se transmite a la memoria a corto plazo (D'Addario, 2019).

##### b) Memoria a corto plazo

También es denominada memoria operativa o de trabajo, permite manejar la información que posibilita la interacción con el entorno, es más duradera que la sensorial, sus funciones abarcan tareas cognitivas como el razonamiento y la resolución de problemas. En el ámbito educativo hace posible que los discentes mantengan la información mientras están desarrollando determinada actividad,

cuando existen dificultades de aprendizaje esta función se ve afectada, por lo que es necesario apoyar con metodologías y estrategias compensatorias (Ramos-Galarza et al., 2017).

### c) Memoria a largo plazo

Es una función cognitiva que permite almacenar, codificar y recuperar la información de un modo duradero: recuerdos, conceptos, experiencias, concepciones sobre el mundo, entre otros (Pazán et al. 2017). Retiene la información transferida desde la memoria a corto plazo a través de un proceso de repetición o con implicaciones emocionales importantes. Se clasifica en memoria explícita e implícita.

**Memoria implícita:** La memoria implícita también es conocida como memoria procedimental que no requiere de un recuerdo consciente, ya que almacena estrategias que permiten la interacción con el entorno, se activa automáticamente debido a que está relacionada con el aprendizaje de habilidades, como conducir un automóvil (D'Addario, 2019). No se refiere a un sistema único, sino a la obtención de distintas habilidades básicas relacionadas a la supervivencia, mismas que se activan a edades tempranas y continúan durante toda la vida, además permiten desarrollar conductas de evitación, aproximación y hábitos psicomotrices por lo que se dificulta su verbalización (Bernabéu, 2017).

**Memoria explícita:** La memoria explícita o declarativa está asociada al almacenamiento de información sobre hechos y experiencias vividas; está ligada al hipocampo y permite acceder al conocimiento de manera consciente, por lo que es considerada como un sistema en el cual los recuerdos son conscientemente accesibles (Bernabéu, 2017; Sánchez, 2018), se distinguen dos tipos: memoria semántica y episódica.

La memoria semántica está relacionada al conocimiento general que ha adquirido una persona acerca del mundo, es el tipo de memoria que se relaciona con el “saber cosas” y no necesita que la información codificada se asocie con un contexto

específico; es vital para el lenguaje, ya que establece una pauta conceptual estableciendo relaciones entre conceptos en función de su significado (Sánchez, 2018; D'Addario, 2019), permitiendo la inferencia y generación de nueva información implícita.

Por otro lado, la memoria episódica: Permite recordar experiencias personales en acontecimientos específicos del pasado, está sujeta a parámetros espaciotemporales por lo que se la puede establecer como una memoria autobiográfica, como por ejemplo el primer día de clases (Sánchez, 2018; D'Addario, 2019). No se considera como una descripción objetiva de los sucesos recordados ya que la información va permeada por las emociones, representaciones idiosincrásicas y pensamiento de la persona.

#### 2.2.10.3 Control inhibitorio

Según Ramos-Galarza et al. (2017), se plantea que el control inhibitorio permite “regular una respuesta o reacción inmediata, al hacer que su persona espere o ejecute una respuesta más prudente, retrasando la gratificación, inhibiendo a su primera reacción impulsiva o al sustituirla por una respuesta más apropiada” (p.34). Permite al estudiante iniciar, permanecer y finalizar las tareas escolares a pesar de su complejidad, inhibiendo tentaciones y sosteniendo la atención por un tiempo prolongado; los discentes con dificultades en esta función presentarán comportamientos dispersos, impulsivos e inquietud motora, presentando problemas a nivel académico y social.

#### 2.2.10.4 Regulación emocional

Para poder concretar sobre lo que implica la regulación emocional, inicialmente cabe aclarar que las emociones conllevan una tendencia a actuar (Ortiz, 2015), hacen parte de la dimensión afectiva-social de los seres humanos; se produce como una respuesta afectiva breve a un estímulo o suceso determinado, la cual va acompañada de cambios corporales específicos. Estas deben ser consideradas parte de la formación de un individuo, ya sea en contextos formales e informales. Una de las funciones más

importantes de las emociones es preparar al organismo para la ejecución de conductas, activando la energía necesaria para la consecución de un objetivo.

Desde una perspectiva humanista, la felicidad no se compone solamente de la percepción única de las emociones positivas (diversión, alegría, satisfacción, entre otras), sino que también requiere de emociones negativas (miedo, frustración, tristeza, entre otros) para el bienestar subjetivo; por lo tanto, cada una de estas cumplen funciones fundamentales en la vida humana (Mujica, 2018).

En consecuencia, la regulación emocional puede definirse como un conjunto de procesos intrínsecos y extrínsecos que permiten motivar, modificar y evaluar el curso, duración o intensidad de una emoción, a través de diversos procesos cognitivos con el propósito de alcanzar una meta o dar una respuesta apropiada a las demandas del entorno (Andrés et al., 2017; Caqueo-Urizar et al., 2020). La evolución del funcionamiento emocional es de gran relevancia para la adaptación y competencia escolar debido a que el ser humano es predominantemente social, por lo que resulta indispensable comprender las propias emociones, así como también las de los demás; en el ámbito escolar un estudiante debe afrontar situaciones negativas como dificultades de comprensión, frustración, discusiones, entre otras y frente a ellas deberá gestionar sus emociones de manera que pueda presentar respuestas y reacciones adecuadas.

#### 2.2.11 Motivación

La motivación puede definirse como el conjunto de procesos implicados en la acción y persistencia de la conducta; el circuito neurobiológico de la motivación inicia con el deseo de conseguir algo o satisfacer una necesidad, situación que activa la amígdala cerebral generando dopamina, esta tensión producida lleva a la acción, para ello el cerebro genera adrenalina y noradrenalina, finalmente la serotonina es el neurotransmisor de la recompensa y satisfacción de la meta o actividad cumplida (D'Addario, 2019).

Se distinguen dos tipos fundamentales de motivación:

La motivación intrínseca refiere al desarrollo de una actividad por la satisfacción íntima que esta genera, aunque sea pesada o difícil (Usán y Salavera, 2018). El hecho de conseguir lo propuesto genera una experiencia estimulante inherente al logro y al conocimiento.

La motivación extrínseca relacionada a una tarea provocada por un fin, no por sí misma; es externa (Usán y Salavera, 2018), como por ejemplo las recompensas, evasión de castigos, atribución de un valor personal, evitación de culpa o reforzamiento del ego.

#### 2.2.12 Estadística

La estadística es la ciencia que se encarga de recolectar, ordenar, representar, analizar e interpretar los datos obtenidos en una investigación, para luego deducir conclusiones válidas o proyecciones futuras (Salazar y Del Castillo, 2018). Por lo cual el presente proyecto de investigación se apoyará en distintos procesos estadísticos de tipo descriptivos e inferenciales para dar validez y veracidad a su contenido.

##### 2.2.12.1 Estadística descriptiva

Se encarga de la recolección, almacenamiento, presentación, análisis e interpretación de datos obtenidos de una población o muestra (Gamboa, 2018). Describiendo así, sus características más representativas.

Para el análisis y descripción de los datos del trabajo de titulación se utilizan medidas de tendencia central y medidas de dispersión.

a) Medidas de tendencia central

Para describir la información es conveniente resumir la información en un solo número que suele ubicarse hacia el centro de la distribución (Salazar y Del Castillo, 2018).

Entre las medidas de tendencia central se tiene:

Media aritmética: es el valor que se obtiene de dividir la suma de todos los valores observados entre el número total de datos considerados.

$$\bar{x} = \frac{\sum x * f}{n}$$

Mediana: Es el dato que se encuentra en la mitad del total de observaciones que han sido previamente ordenadas. Dejando el 50% del número total de observaciones tanto por debajo como por arriba de su valor.

*La mediana (Me) es el dato que ocupa la posición  $\frac{n + 1}{2}$*

Moda: Es el valor de la observación con mayor número de repeticiones.

*La moda (Mo) es el dato con mayor frecuencia*

b) Medidas de dispersión

Complementan a las medidas de tendencia central, proporcionando información sobre el grado de variabilidad del conjunto de datos (Salazar y Del Castillo, 2018). La medida de dispersión empleada en el trabajo de titulación es:

Desviación típica o estándar: es una medida de dispersión que establece la posición de los datos en relación con la media.

Poblacional:  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{n}}$

Muestral:  $s = \sqrt{\frac{\sum|x-\bar{x}|^2}{n-1}}$

#### 2.2.12.2 Estadística inferencial

Se encarga de proveer conclusiones válidas para la toma de decisiones reflexivas en función de la inducción o generalización de los resultados obtenidos en determinado estudio (Gamboa, 2018). Para el desarrollo de este estudio es conveniente esclarecer las definiciones de ciertos parámetros, tales como el nivel de significancia y el P valor.

El **nivel de significancia** de una prueba estadística se asocia a la verificación de una hipótesis. Es decir, se define como la probabilidad de decidir rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera. El nivel de significación utilizado en el presente proyecto de titulación es de 5% o 0,05 en su forma decimal.

El **p valor** es una medida que denota la probabilidad de obtener una diferencia mayor a la observada (Molina, 2017). Cuando el p valor es menor a un límite preestablecido que usualmente se fija en 0,05: la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa.

Las pruebas estadísticas se clasifican en pruebas paramétricas, las cuales dependen de la distribución normal de los datos y pruebas no paramétricas, con distribución libre (Bautista-Díaz et al., 2020). Para el desarrollo del proyecto de titulación se emplearon las siguientes pruebas no paramétricas:

a) Prueba Chi-cuadrado

Permite establecer la independencia o asociación de un conjunto de datos, los mismos que son del tipo cualitativo (Blythe et al., 2015).

Para calcular el valor de chi-cuadrado, se usa la fórmula  $\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$ , donde  $f_o$  corresponde a las frecuencias observadas y  $f_e$  a las frecuencias esperadas.

b) Prueba Tau-c de Kendall

Es una prueba no paramétrica para datos ordinales que calcula el grado de correlación bivariado, que es la asociación existente entre dos variables cuando estas varían, ya sea en sentido directo o inverso, pero no es factible establecer su dependencia.

Además, es adecuada para el análisis de datos con tablas de contingencia de distintos números de filas y columnas, es decir de distintas escalas o niveles de mediciones ordinales. Para su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$\tau_c = \frac{m(n_c - n_d)}{n^2(m - 1)}$$

Donde:

$n_c$  = sumatoria de pares concordantes

$n_d$  = sumatoria de pares discordantes

$n$  = total de observaciones

$m$  = valor mínimo de niveles existentes en  $x$  e  $y$

La siguiente escala de interpretación del coeficiente de correlación es referida del trabajo investigativo de Martínez y Campos (2015):

- 1 Correlación negativa grande y perfecta,
- 0,9 a -0,99 Correlación negativa muy alta,
- 0,7 a -0,89 Correlación negativa alta,
- 0,4 a -0,69 Correlación negativa moderada,
- 0,2 a -0,39 Correlación negativa baja,
- 0,01 a -0,19 Correlación negativa muy baja,
- 0 Correlación nula,
- 0,01 a 0,19 Correlación positiva muy baja,

0,2 a 0,39 Correlación positiva baja,  
 0,4 a 0,69 Correlación positiva moderada,  
 0,7 a 0,89 Correlación positiva alta,  
 0,9 a 0,99 Correlación positiva muy alta,  
 1 Correlación positiva grande y perfecta. (p.185)

c) Prueba U de Mann-Whitney

Consiste en una prueba no paramétrica y se utiliza en diseños independientes, consiste en comparar los totales provenientes de dos condiciones aplicadas a dos grupos distintos. En el caso de existir predominio significativo para una de las condiciones, estas diferencias significativas entre los totales de las dos categorías facultan a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Permite el análisis de datos cuantitativos y cualitativos ordinales (A. Hurtado y C. Hurtado, 2015). La hipótesis planteada es:

$H_0: M_{Grupo1} = M_{Grupo2}$  Las medianas son iguales  
 $H_1: M_{Grupo1} \neq M_{Grupo2}$  Las medianas son distintas  
 $H_1: M_{Grupo1} > M_{Grupo2}$   
 $H_1: M_{Grupo1} < M_{Grupo2}$

Para calcular el valor U:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - T_1$$

Donde:

$n_1$  = número de participantes para la condición 1.

$n_2$  = número de participantes para la condición 2.

$T_1$  = total de categorías para la condición 1.

Se sustituyen los valores en:

$$U_2 = n_1 n_2 - U_1$$

El valor  $U$  será el menor de  $U_1$  y  $U_2$ .

Para medir qué tan fuerte es la relación lineal entre el empleo de estrategias neurodidácticas y los estudiantes de los grupos experimental y de control se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ), mismo que se constituye en un valor numérico usado para establecer la fuerza de una correlación lineal existente entre dos conjuntos de datos (Blythe et al., 2015).

El coeficiente de correlación de Pearson puede tomar valores entre -1 (correlación negativa perfecta) y 1 (correlación positiva perfecta), cuando toma el valor de 0 se deduce que no existe correlación. Según Blythe et al. (2015), cuando  $r$  está entre:

*0 - 0,25 la correlación es muy débil*

*0,25 - 0,5 la correlación es débil*

*0,5 - 0,75 la correlación es moderada*

*0,75 - 1 la correlación es fuerte*

### **2.3. MARCO LEGAL**

Para este apartado se han considerado directrices, leyes y reglamentaciones adoptadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2015), la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Plan Nacional de Desarrollo - Toda una Vida 2017-2021, la constitución de la República del Ecuador (2008), la Ley Orgánica de Educación Intercultural (2011) y el Reglamento a la Ley Orgánica de Educación Intercultural (2012). Todos estos enmarcados en la consecución de los propósitos educativos a nivel local e internacional.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2015) señala que en la actualidad el mundo enfrenta nuevos niveles de

complejidad en todos los ámbitos, frente a ello la educación debe preparar individuos capaces de adaptarse y responder a estas nuevas necesidades; replantear la educación y el aprendizaje mejorando las prácticas de enseñanza, frente a ello la neurociencia a través de sus investigaciones abre nuevas y prometedoras posibilidades, al estudiar el desarrollo y funcionamiento del cerebro en las distintas fases de la vida del ser humano, su capacidad de respuesta para adaptarse a las demandas del entorno, precisando el efecto de factores ambientales y direccionando la labor docente, con propuestas e iniciativas holísticas que tomen en cuenta las relaciones de interdependencia del bienestar físico, intelectual, cognitivo, emocional y creativo del discente.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada en septiembre de 2015, propone 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), de los cuales el objetivo número 4 busca garantizar una educación de calidad, con resultados de aprendizaje pertinentes y efectivos. Asegurando que los alumnos adquieran conocimientos prácticos y teóricos fundamentales para impulsar el desarrollo sostenible, con la guía de docentes calificados para el efecto (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018).

El plan de creación de oportunidades 2021-2025 cuya elaboración fue liderada por la Secretaría Nacional de Planificación (2021), en el marco del objetivo 7: contempla el conocimiento desde una perspectiva dinámica y en constante evolución por lo que reconoce que el Sistema Nacional de Educación debe avanzar en la misma proporción, dotando de una formación innovadora, eficiente, incluyente; de calidad en todos los niveles; promoviendo la autonomía responsable y la investigación de alto impacto; perfeccionamiento docente; y un modelo educativo innovador con el uso de herramientas tecnológicas.

La Constitución de la República del Ecuador (2018) en su artículo 27, estipula que el estado garantizará una educación humanista, holística, diversa, de calidad y calidez; fomentando el pensamiento crítico y el desarrollo de competencias. En su artículo 44, refiere al desarrollo integral de niñas, niños y adolescentes, atendiendo al proceso de

crecimiento y maduración de su intelecto, potencialidades y capacidades, dentro de un entorno que atienda a sus necesidades sociales, culturales, afectivas y emocionales. Dentro de este contexto, el artículo 343 establece como el centro del sistema nacional de educación al sujeto que aprende, enmarcado en una dinámica flexible, incluyente y eficaz.

La reforma de la Ley Orgánica de Educación Intercultural (2021), en su artículo 7, puntualiza los derechos de los y las estudiantes, siendo los actores fundamentales de su propio aprendizaje a través de una educación integral y científica centrada en sus potencialidades; recibiendo apoyo pedagógico pertinente, actualizado, contextualizado, flexible, provisto con metodologías que se adapten a las necesidades del alumnado y basado en la atención a la diversidad; promoviendo así relaciones orientadas a la generación de un clima escolar propicio para el aprendizaje y el sano crecimiento a través del fortalecimiento de aspectos como la cognición, emoción, reflexión, diálogo, autonomía, participación, respeto, cooperación y afecto. Constituyéndose en un instrumento de transformación de la sociedad, con propuestas educativas que afiancen el acceso, la inclusión y la permanencia del proceso educativo.

Además, el Reglamento a la Ley Orgánica de Educación Intercultural (2015) en su artículo 10, subscribe que las instituciones orientadas a la práctica educativa educativa tienen la facultad de desarrollar propuestas innovadoras en función a sus particularidades y realidades, tomando como base el currículo nacional, para generar aportes al mejoramiento de la calidad de educación. El artículo 184, estipula la importancia del aporte del docente en los procesos evaluativos y de retroalimentación, con acciones oportunas y pertinentes, para el cumplimiento de los estándares nacionales y el logro de los objetivos de aprendizaje.

## 2.4. MARCO PEDAGÓGICO

El foco principal de la investigación está enraizado en cómo aprende el cerebro de la mano de los principios neurocientíficos, guiados por la pedagogía y explorando los fundamentos del aprendizaje bajo las consideraciones de la plasticidad y flexibilidad neuronal.

La pedagogía permite estudiar la educación desde aportes relacionados con técnicas y métodos a través de diferentes enfoques y didácticas, con el objetivo de facilitar el proceso educativo. En la actualidad el modelo pedagógico tradicional donde el educador está por encima del educando pasa a ser reemplazado por una pedagogía activa que sitúa al aprendiz como el centro del proceso de aprendizaje y el docente ejerce el rol de guía y dinamizador del mismo, para la búsqueda de una formación integral, progresiva, con mayor nivel de consciencia, autonomía y regulación.

Considerando lo planteado anteriormente, los principios, enfoques y métodos que ponen en curso el proceso de enseñanza aprendizaje de las diversas áreas pedagógicas del conocimiento de la Unidad Educativa “Bolívar” se fundamentan principalmente bajo la perspectiva del modelo pedagógico socio constructivista mediante el cual el ser humano construye el conocimiento en un contexto social, tomando como soporte los postulados de autores como:

María Montessori: la labor educativa en los primeros años escolares de educación inicial y preparatoria está sustentada en María Montessori, se aprovecha la plasticidad del cerebro en este periodo de vida haciendo énfasis en la sensibilidad, poniendo de manifiesto como los sentidos son el puente hacia la inteligencia de los infantes (Silva, 2018). El método Montessori señala que los infantes son los inventores de su realidad quienes aprenden por medio de la acción y no únicamente por el pensamiento, por lo que se apuesta por la creación de lugares enriquecedores, provistos de materiales y recursos donde los niños puedan explorar sensorialmente.

Piaget: aprender es construir mediante un proceso reflexivo, crítico y subjetivo del alumno bajo la influencia de ambientes externos enriquecidos para un aprendizaje continuo (Casafont, 2017). Cuando aprendemos, elaboramos una idea representativa de la realidad, es decir no se produce una reproducción directa, sino que transformamos, partiendo de lo que se conoce.

El proceso de aprendizaje que dispone de retos motivadores adaptados a los alumnos contribuye a los mecanismos de resolución de conflictos cognitivos, fortaleciendo los procesos de asimilación, acomodación y equilibrio en el aprendizaje. Los conflictos cognitivos aparecen cuando se produce un desequilibrio cognitivo a partir de una situación contradictoria entre los conocimientos previos y los nuevos conocimientos; el camino para solucionar este desequilibrio conlleva a que el alumno modifique su estructura cognitiva, enriqueciendo, ampliando y creando el conocimiento para recuperar un nuevo equilibrio cognitivo.

Vygotsky: el ser humano construye su propio conocimiento a partir de un contexto social donde el alumno es quien asume el papel central del proceso educativo, para lo cual el docente debe diseñar y acompañar con actividades que supongan situaciones estimulantes y alcanzables. Los conceptos relacionados son la zona de desarrollo próximo en la cual el estudiante se desenvolverá con la ayuda de un referente que hace las veces de guía y la zona de desarrollo real es el ámbito donde el alumno desarrolla su autonomía sin la ayuda de un referente; otro concepto esencial son los andamiajes que se constituyen en los recursos que el educador ofrecerá al alumno para obtener logros en el proceso (Casafont, 2017).

David Ausubel: conforme los postulados de Ausubel, el aprendizaje significativo “es el trabajo continuo que se le da al cerebro para resolver disyuntivas sistemáticamente, en que debe utilizar el conocimiento adquirido mediante experiencias para poder resolver los problemas en forma simultánea” (Giraldo et al., 2020, p.5). El aprendizaje que asimila el estudiante se estructura en base a la nueva información y las ideas ya existentes en la configuración cognitiva del alumno, para el efecto es necesario que exista un buen clima escolar, de manera que se genere un ambiente de motivación;

además de material significativo que posibilite la relación entre la lógica y el conocimiento del estudiante, de modo que tiendan a favorecer el desarrollo de capacidades de extrapolación a las nuevas situaciones.

José Martí: rescata la pedagogía de la ternura, la cual asume como un principio fundamental el desarrollo integral de los educandos, aprovechando el valor formativo de los errores en el entorno educativo, donde son considerados todos los actores de la comunidad educativa (Abreu, 2020). Acoge un lenguaje afectivo, cálido, amoroso capaz de romper las barreras de la desconfianza y el temor, tomando en cuenta el aspecto emocional en aras de construir un mundo donde la educación contribuya a formar seres humanos felices, coadyuvando al establecimiento de objetivos y metas personales.

Bronfenbrenner: sustenta un modelo ecológico donde se define como desarrollo el juicio variable que tiene un individuo sobre el ambiente ecológico y su relación con él, así como también su habilidad para descubrir o modificar sus propiedades (Espinoza, 2020). Desde esta perspectiva se puede deducir que el educando tiene la capacidad de reaccionar ante un ambiente, así como también de producirlo en la búsqueda de fortalecer la convivencia pacífica a través de relaciones pedagógicas en las cuales se asignan modos de hacer, significados y conocimientos.

Novak: propone los mapas conceptuales como una herramienta didáctica para la comprensión de conceptos disciplinares de diferentes áreas de estudio (Cárdenas-Contreras, 2021); más que el simple hecho de memorizar, el objetivo que se persigue es que el estudiante adquiera y desarrolle habilidades para reaccionar conforme a las diversas problemáticas que se presentan en la actualidad, construyendo su propio conocimiento y dinamizando la formación de estructuras mentales idóneas, lo que le permitirá relacionar conocimientos preestablecidos y nuevos, los cuales serán evidenciados en su desarrollo educativo y psicosocial.

Frente a lo expuesto, el presente trabajo de titulación se fundamenta en el marco pedagógico establecido en los instrumentos institucionales vigentes de la Unidad

Educativa “Bolívar”, es así que el aporte de la neurociencia aplicado a la educación representa un sustento y apoyo para el logro de los objetivos educativos del establecimiento.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

A continuación, se presenta el enfoque metodológico del proyecto de investigación, mismo que constituye en el conjunto de procesos pertinentes y orientados a la consecución del propósito planteado

##### 3.1.1. Enfoque

El presente trabajo de titulación tiene un enfoque cuantitativo abordando variables de tipo cuantitativas discretas. El estudio se caracteriza por ser lineal, secuencial, objetivo y hacer uso de la estadística inferencial; enfatizando procesos de medición para producir conocimientos a partir de la recolección de datos numéricos, lo cual permite contestar preguntas de investigación y probar hipótesis planteadas, a fin de establecer patrones de comportamiento de una población (Delgado, Gadea y Vera-Quiñonez, 2017).

La investigación partió del problema: ¿De qué manera las estrategias neurodidácticas se asocian con el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021?, del cual se desprendieron las preguntas y objetivos de investigación sobre este fenómeno social educativo; permitiendo reconocer las variables de estudio y el desarrollo del proceso metodológico para medir y probar sus relaciones planteadas en la hipótesis, para su posterior análisis estadístico.

### 3.1.2. Tipo de Investigación

#### 3.1.2.1 Investigación de alcance Exploratoria

El estudio exploratorio permitió la familiarización con las variables del proyecto de titulación: estrategias neurodidácticas y neuroaprendizaje, ya que se constituyen en temas nuevos y poco estudiados en el Ecuador.

La información obtenida permitió encaminar la indagación, sirviendo de base para la elaboración de objetivos, definiciones conceptuales y metodología. Constituyéndose en antecedentes investigativos para los alcances descriptivo, cuasi experimental y correlacional (Hernández et al., 2014).

#### 3.1.2.2 Investigación de alcance Descriptiva

Se empleó la investigación descriptiva, encauzada a la recolección de datos medibles de las variables de estudio, el cálculo de medidas de tendencia central y medidas de dispersión (Hernández et al., 2014). En cuanto a la variable independiente: estrategias neurodidácticas, se obtuvieron datos relacionados a sus tres dimensiones, posibilitando conocer si estas son aplicadas en los procesos de enseñanza de la matemática en los Décimos Años de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar”; en el caso de la variable dependiente: neuroaprendizaje, se obtuvieron e interpretaron los resultados del Test diagnóstico teoría cerebro total: perfil personal de estilo de pensamiento diseñado por Carlos Alberto Jiménez, con base en lineamientos teóricos de Herrmann, Bolívar y Gardié

#### 3.1.2.3 Investigación de alcance correlacional

Al buscar establecer la vinculación entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje, también puede concluirse que el presente trabajo de titulación es de tipo correlacional, ya que persigue conocer la relación o grado de asociación entre las variables de estudio (Hernández et al., 2014).

### 3.1.2.4 Investigación de alcance cuasi experimental

Ya que se manipula la variable independiente para observar su efecto sobre la variable dependiente, sin embargo, los sujetos de estudio no se designan al azar (Sánchez y Pirela, 2017), ya que es el investigador quien decide sobre los grupos que recibirán la intervención en evaluación (Manterola, Quiroz, Salazar y García, 2019). En el presente estudio se examinaron los resultados, después de la aplicación de estrategias neurodidácticas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, para lo cual se tomó un grupo de control (tuvieron clases habituales) y un grupo de experimentación (se aplicó estrategias neurodidácticas) lo cual permitió comparar si existen diferencias significativas en los dos grupos; además de la asociación de las variables dependiente e independiente.

## 3.2. HIPÓTESIS

$H_0$ : Las estrategias neurodidácticas no se asocian con el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021

$H_1$ : Las estrategias neurodidácticas se asocian con el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2022

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1 Variable independiente: Estrategias neurodidácticas

Definición: Combinación de metodologías orientadas a la interacción y reflexión del discente, activando procesos cerebrales que favorecen el aprendizaje de la matemática. (Gonzáles, 2021).

**Tabla 4**

*Operacionalización de la variable independiente: Estrategias neurodidácticas*

Dimensiones	Indicadores	Items	Técnica e instrumento	Informante
Estrategias operacionales	Organizadores previos	¿El docente realiza reflexiones con las experiencias previas de los/las estudiantes?	Técnica: Encuesta  Instrumento: Cuestionario	Estudiantes
	Mnemotécnica	¿El docente utiliza en sus clases elementos que le facilitan recordar, como colores, imágenes y códigos?		
	Mayéutica y dialéctica	¿En el desarrollo de la clase, el docente realiza varias preguntas que le invitan a la reflexión?		
Estrategias metodológicas	Mapas mentales	¿En el desarrollo de la clase, el docente realiza esquemas o gráficos en base a las ideas que surgen de sus opiniones y la de sus compañeros en relación a un concepto?		
	Mapas conceptuales	¿El docente utiliza mapas conceptuales y también pide que usted los elabore?		
	Mategramas	¿En el proceso educativo, el docente establece pistas numéricas con dos o tres letras para descubrir un concepto oculto?		
	Tic's	¿El docente utiliza recursos tecnológicos novedosos como medio de interacción en clases?		
Estrategias socioemocionales	Trabajo entre pares	¿El docente propone actividades grupales, donde se requiere de trabajo cooperativo para hallar la solución de una problemática del contexto?		
	Reflexiva	¿El docente genera espacios donde usted puede aplicar los conocimientos adquiridos en la vida real?		
	Relajación y sensibilización	¿Las clases se desarrollan dentro de un clima de participación positiva? ¿Ha sentido temor de preguntar al profesor, sobre un tema no comprendido?		
	Retroalimentación	¿El docente relaciona los conocimientos anteriores con los nuevos adquiridos en la asignatura?		

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

### 3.3.2 Variable dependiente: neuroaprendizaje

Definición: Explica cómo funciona el cerebro en los procesos de aprendizaje.

**Tabla 5**

*Operacionalización de la variable dependiente: neuroaprendizaje*

Dimensiones	Indicadores	Items	Técnica e instrumento	Informante
Teoría de aprendizaje: Modelo del cerebro Total	Cuadrante A (superior izquierdo cerebral)	<p>“Tengo habilidades específicas en el campo de las matemáticas y las ciencias” (Jiménez, 2016, p.1).</p> <p>“Tengo habilidades para solucionar problemas complejos de manera lógica” (Jiménez, 2016, p.1).</p> <p>“Selección alternativas sobre la base de la racionalidad y la inteligencia, en oposición al instinto, a la emoción” (Jiménez, 2016, p.1).</p> <p>“Me inclino hacia la crítica en todos los asuntos” (Jiménez, 2016, p.1).</p>	<p>Técnica: Encuesta</p> <p>Instrumento: Test diagnóstico teoría cerebro total: Perfil Personal de Estilo de Pensamiento. Prueba diseñada por Carlos Alberto Jiménez</p>	Estudiantes
	Cuadrante B (inferior izquierdo límbico)	<p>“La planificación y la organización son prioritarias en mis actividades” (Jiménez, 2016, p.1).</p> <p>“Es importante para mí tener un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar” (Jiménez, 2016, p.2).</p> <p>“Tengo habilidades específicas en el manejo de auditorio o hablar en público” (Jiménez, 2016, p.2).</p> <p>“Acostumbro escuchar las opiniones de los demás y hacer aclaraciones” (Jiménez, 2016, p.2).</p>		
	Cuadrante C (inferior derecho límbico)	<p>“Prefiero trabajar en equipo que hacerlo sólo” (Jiménez, 2016, p.2).</p> <p>“Es importante para mí estar en muchas oportunidades acompañado” (Jiménez, 2016, p.2).</p> <p>“Soy emotivo frente a las situaciones difíciles” (Jiménez, 2016, p.2).</p> <p>“Tengo la capacidad de desarrollar y mantener buena comunicación con diferentes tipos de personas” (Jiménez, 2016, p.2).</p>		
	Cuadrante D (superior derecho cerebral)	<p>“Tengo un interés muy fuerte o talento con la música, la poesía, la escultura. También para pintar, dibujar, esquematizar” (Jiménez, 2016, p.2).</p> <p>“Tengo la capacidad de razonar en forma avanzada y creativa, siendo capaz de adquirir, modificar y retener conocimientos” (Jiménez, 2016, p.3).</p> <p>“Produzco nuevas ideas e innovaciones en mi trabajo” (Jiménez, 2016, p.3).</p> <p>“Tengo la capacidad de entender y hacer uso de imágenes visuales y verbales para representar semejanzas y diferencias” (Jiménez, 2016, p.3).</p>		

*Nota:* Preguntas tomadas de cuestionario validado de Jiménez (2016)

### **3.4. MÉTODOS UTILIZADOS**

#### 3.4.1. Métodos

##### 3.4.1.1 Método inductivo – deductivo

Si bien se constituyen en dos procesos inversos, por su parte la inducción tiene como base la repetición de hechos o fenómenos, estableciendo rasgos comunes de un grupo determinado, para llegar a conclusiones generales sobre aspectos característicos; la deducción obedece a la derivación de un conocimiento general a otro que comprenda menor nivel de generalidad, siendo el punto de partida para la realización de procesos de inferencia mentales como conclusiones lógicas correspondientes a casos particulares (Rodríguez y Pérez, 2017). Estos dos métodos se complementaron y proveyeron grandes potencialidades a lo largo del desarrollo del proceso investigativo posibilitando la construcción de conocimiento.

#### 3.4.2. Población y muestra

##### 3.4.2.1. Identificación de la población objetiva y recolección de datos.

La población que se investigó corresponde a los 178 estudiantes de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

##### 3.4.2.2 Muestreo no probabilístico por conveniencia

El método a emplearse en la determinación del tamaño de una muestra depende del tipo de investigación a realizarse en la ejecución de un estudio (Bernal, 2010). El muestreo no probabilístico o de muestras dirigidas considera procesos de selección relacionados a las características de la investigación, más que un precepto estadístico de generalización; la elección de los casos no depende de la misma posibilidad de ser

electos, sino de la decisión o criterio del investigador, tomando en cuenta el planteamiento del problema y el acceso a la información; además debe emplearse en poblaciones pequeñas o cuando se requiera cierto nivel de profundidad (Hernández et al., 2014; Ríos, 2017). El tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia es comúnmente empleado en las investigaciones experimentales, debido a la dificultad de manejar grupos grandes o casos múltiples, es importante mencionar que su validez se consolida en la repetición o reproducción del estudio (Hernández et al., 2014). En relación con lo expuesto, la unidad de análisis del proyecto de investigación corresponde a todos los estudiantes con conectividad de los Décimos Años de Educación General Básica paralelos A (grupo de control) y D (grupo experimental), los estudiantes son adolescentes entre 14 y 15 años. Debido a la pandemia las reuniones pedagógicas fueron desarrolladas virtualmente con jornada matutina, en la tabla 6 se puede observar la distribución de la muestra del grupo experimental y de control.

**Tabla 6**

*Distribución de la muestra en grupos experimental y de control*

Año de EGB	Paralelo	Grupo	Cantidad
Décimo	A	Control	12
Décimo	D	Experimental	18
Total			30

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

### 3.4.3. Técnicas e Instrumentos de investigación

En la investigación se desarrollaron un conjunto de técnicas e instrumentos de medición de manera previa y posterior a la aplicación de las estrategias neurodidácticas.

#### 3.4.3.1 Encuesta

Es la técnica de recolección de datos que permite al investigador realizar la aproximación con las unidades de observación por medio de cuestionarios elaborados con antelación (Espinoza, 2019). Las encuestas se desarrollaron al final de la fase de experimentación, para determinar el efecto de la aplicación de las estrategias neurodidácticas.

#### 3.4.3.2 Cuestionario

Como instrumento se utilizó el cuestionario o guía de preguntas, permitiendo la realización de interrogantes en función de las variables de estudio (Espinoza, 2019), para un posterior análisis y toma de decisiones. Para los cuestionarios a realizarse en la presente investigación se consideró las siguientes características: fiabilidad, viabilidad, pertinencia y sensibilidad al cambio (Tuapanta, Duque y Mena, 2017); tomando en cuenta una extensión adecuada y que guarden relación con los objetivos de la investigación. En el presente estudio el cuestionario permitió medir las variables independiente y dependiente.

##### a) Variable Independiente: estrategias neurodidácticas

El cuestionario permitió determinar las estrategias neurodidácticas que emplean los docentes de matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán para el conocimiento de la aplicación de los principios neuroeducativos.

Consiste en un cuestionario anónimo, desarrollado a los estudiantes, el cual consta de 23 ítems distribuidos en 3 dimensiones: estrategias operacionales con 5 ítems, estrategias metodológicas con 10 ítems y estrategias socioemocionales con 8 ítems. Además, el cuestionario contó con preguntas estructuradas y se pidió a los discentes

evaluar el proceso de enseñanza sobre una escala de tipo Likert de 5 puntos: 1 = Nunca, 2 = Casi nunca, 3 = A veces, 4=Casi Siempre, 5=Siempre.

Se conoce que la validación de contenido de un cuestionario se logra por la investigación literaria, la identificación de dimensiones en bloques de contenidos específicos, las preguntas derivadas de los mismos y por el juicio de expertos. “En otras palabras, es el propio proceso de construcción el que otorga validez al instrumento” (Gómez, 2016, p.166). Para su validez el cuestionario fue enviado a 4 especialistas en el ámbito educativo y de la neuroeducación, los cuales a partir de una revisión de fondo aportaron con ideas y sugerencias que ayudaron a modificar el cuestionario en los aspectos relacionados a construcciones gramaticales y formas de expresión poco precisas.

Posteriormente, se aplicó el instrumento mencionado en una prueba piloto, con la finalidad de obtener fiabilidad del mismo. La confiabilidad refiere al grado en el cual un instrumento de varios ítems es capaz de medir consistentemente una muestra o población (Oviedo y Campo, 2005). La confiabilidad del presente trabajo de investigación fue calculada mediante el alfa de Cronbach a través del software estadístico SPSS (Statistical Package for the Sciences), el resultado se despliega en la tabla 7. Cabe señalar que el criterio de decisión para la confiabilidad de un instrumento establece que cuando el coeficiente se encuentra dentro del rango 0,81 a 1 el instrumento se evalúa como confiabilidad muy alta (Palella, 2012).

**Tabla 7**

*Estadísticos de fiabilidad*

Alfa de Cronbach	N de elementos
,864	23

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

Con los datos extraídos se precisa que el instrumento elaborado es altamente confiable debido a que el coeficiente de confiabilidad es 0,864 y con ello se da carta abierta a su aplicación.

b) Variable Dependiente: Neuroaprendizaje.

El segundo cuestionario permitió identificar el neuroaprendizaje mediante el modelo del Cerebro Total de Herrmann, en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán.

Para lo cual, el cuestionario utilizado fue elaborado por Jiménez (2016) el cual tiene como antecedente en el Herrmann Brain Dominance Instrument (HBDI), ampliamente utilizado en estudios norteamericanos.

Se constituye en un test de 40 ítems en una escala tipo Likert de 5 categorías: lo que hago peor = 1, lo que hago menos bien = 2, lo que hago regular = 3, lo que hago bien = 4 y lo que hago mejor = 5. El cual permitió mostrar el grado de desempeño en cuanto a aspecto o actividades asociadas a los distintos cuadrantes cerebrales para lo cual se destina 10 ítems para uno de ellos.

Debido al contexto educativo ocasionado por la situación sanitaria a causa COVID19, la recolección de datos se la desarrolló en una sesión pedagógica virtual, mediante un cuestionario contenido en un formulario con previa autorización de la MSC. Patricia Vaca, rectora de la Unidad Educativa “Bolívar”.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

En la presente investigación se realizó el cálculo de medidas estadísticas descriptivas como la media aritmética, la mediana y la desviación estándar, así como también se

empleó la estadística inferencial para la contrastación de hipótesis mediante pruebas no paramétricas de Chi-cuadrado, Tau-c de Kendall y U de Mann-Whitney.

### 3.5.1. Estadística descriptiva

La estadística descriptiva permitió organizar, sintetizar y presentar los resultados a fin de poder ser interpretados y analizados para extraer premisas validas en torno a las variables y objetivos de estudio. Desarrollándose los siguientes análisis:

#### 3.5.1.1. Análisis de tablas de frecuencias

Las tablas de frecuencias se utilizaron para presentar de manera resumida y ordenada los datos resultantes de las encuestas desarrolladas, facultando acciones como determinar las estrategias neurodidácticas que emplean los docentes de matemática e identificar el neuroaprendizaje mediante el modelo del Cerebro Total de Herrmann, en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán.

#### 3.5.1.2. Análisis de gráficas estadísticas

Se utilizaron diagramas de barras para visualizar las comparaciones de los resultados generales y por dimensiones de la encuesta de las estrategias neurodidácticas aplicada a los grupos experimental y de control.

El diagrama de sectores fue empleado para representar a manera de porcentaje los resultados donde se aprecian las dominancias de los estudiantes en relación al modelo del cerebro total.

#### 3.5.1.3. Medidas de tendencia central y dispersión

Estas medidas estadísticas fueron empleadas para buscar valores característicos del conjunto de datos. Es así que, las medidas de tendencia central son los valores de la

variable que refieren al centro de la distribución de las frecuencias obtenidas y por su parte las medidas de dispersión representan la variabilidad de la misma.

### 3.5.2. Estadística inferencial

Permitió inferir, proyectar y comparar los resultados obtenidos en la investigación mediante distintas pruebas para la contrastación de la hipótesis, las mismas son detalladas a continuación:

#### 3.5.2.1. Prueba Chi-cuadrado

Permite establecer la independencia o asociación de un conjunto de datos, los mismos que son de tipo cualitativo. Esta prueba fue empleada en la presente investigación para determinar la asociación de las estrategias neurodidácticas con el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

Hay que mencionar que el nivel de significación con el cual se trabajó en el presente proyecto de titulación es de 5% o 0,05 en su forma decimal.

Mediante el software estadístico SPSS se procedió a calcular el valor  $p$ , el cual denota “la probabilidad de la evidencia en contra de la hipótesis nula” (Blythe et al., 2015, p.235). Para luego desarrollar las siguiente condicionantes:

1. “Si el valor  **$p$  es menor** que el nivel de significación, entonces se rechaza la hipótesis nula” (Blythe et al., 2015, p.235).
2. “Si el valor  **$p$  es mayor** que el nivel de significación, entonces no se rechaza la hipótesis nula” (Blythe et al., 2015, p.235).

### 3.5.2.2. Prueba Tau-c de Kendall

Es una prueba no paramétrica para datos ordinales que calcula el grado de correlación bivariado. Es adecuada para el análisis de datos con tablas de contingencia de distintos números de filas y columnas. En el trabajo de titulación se empleó esta prueba para establecer la existencia de relaciones significativas entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado a cada uno de los cuadrantes de la teoría del cerebro total, en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

La escala de interpretación del coeficiente de correlación utilizada fue:

- 1 Correlación negativa grande y perfecta,
- 0,9 a -0,99 Correlación negativa muy alta,
- 0,7 a -0,89 Correlación negativa alta,
- 0,4 a -0,69 Correlación negativa moderada,
- 0,2 a -0,39 Correlación negativa baja,
- 0,01 a -0,19 Correlación negativa muy baja,
- 0 Correlación nula,
- 0,01 a 0,19 Correlación positiva muy baja,
- 0,2 a 0,39 Correlación positiva baja,
- 0,4 a 0,69 Correlación positiva moderada,
- 0,7 a 0,89 Correlación positiva alta,
- 0,9 a 0,99 Correlación positiva muy alta,
- 1 Correlación positiva grande y perfecta. (Martínez y Campos, 2015, p.185)

### 3.5.2.3. Prueba U de Mann-Whitney

Prueba no paramétrica utilizada en diseños independientes, consiste en comparar los totales provenientes de dos condiciones aplicadas a dos grupos distintos. Permite el análisis de datos cuantitativos y cualitativos ordinales (A. Hurtado y C. Hurtado, 2015).

Esta prueba se utilizó en el trabajo de titulación para determinar diferencias significativas respecto a las estrategias neurodidácticas empleadas por los docentes de matemática entre los alumnos de los paralelos “A” y “D” de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

#### 3.5.2.4. Coeficiente de correlación de Pearson

Para medir la fuerza de correlación lineal entre el empleo de estrategias neurodidácticas y los estudiantes de los grupos experimental y de control se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ). Mismo que puede tomar valores entre -1 para una correlación negativa perfecta y 1 para una correlación positiva perfecta, cuando toma el valor de 0 se concluye que no existe correlación.

Según Blythe et al. (2015), cuando  $r$  está entre:

*0 - 0,25 la correlación es muy débil*

*0,25 - 0,5 la correlación es débil*

*0,5 - 0,75 la correlación es moderada*

*0,75 - 1 la correlación es fuerte*

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detallan los hallazgos obtenidos y se realizan comparaciones con los resultados de estudios similares al presente trabajo de titulación.

### 4.1. RESULTADOS

Una vez aplicados los instrumentos de investigación, la información fue tabulada y procesada mediante los softwares Excel y el IBM SPSS (versión 25).

Las encuestas aplicadas midieron las estrategias neurodidácticas aplicadas por los docentes de la asignatura de matemática, distribuida en tres dimensiones: operacionales, metodológicas y socioemocionales; mediante 5 niveles sobre una escala de tipo Likert de 5 puntos: 1 = Nunca, 2 = Casi nunca, 3 = A veces, 4=Casi Siempre, 5=Siempre. Así como también se identificó el neuroaprendizaje mediante el cuestionario diseñado por Jiménez (2016) el cual tiene como antecedente en el Herrmann Brain Dominance Instrument (HBDI), donde se distinguen 5 niveles de escala de tipo Likert de 5 puntos: lo que hago peor = 1, lo que hago menos bien = 2, lo que hago regular = 3, lo que hago bien = 4 y lo que hago mejor = 5.

#### 4.1.1. Resultados descriptivos

A continuación, se presentan cálculos relacionados a la estadística descriptiva sobre los resultados obtenidos en las encuestas para las variables dependiente e independiente.

#### 4.1.1.1. Variable Independiente: estrategias neurodidácticas

**Tabla 8**

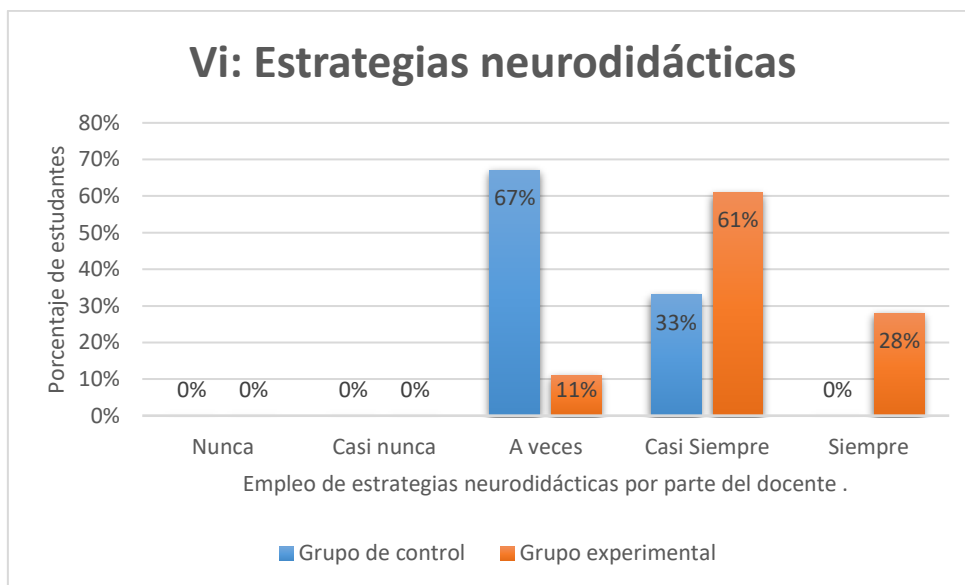
*Porcentajes de la variable estrategias neurodidácticas*

Nivel	Grupo de control	Grupo experimental
Nunca	0%	0%
Casi nunca	0%	0%
A veces	67%	11%
Casi Siempre	33%	61%
Siempre	0%	28%
Total	100%	100%

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

**Figura 3**

*Variable independiente: estrategias neurodidácticas*



*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

Como se observa en la tabla 8 y la figura 3, la apreciación de los educandos del grupo de control sobre las estrategias neurodidácticas empleadas por el docente de matemática en el proceso educativo corresponde en un mayor porcentaje al nivel “a veces” con el 67% de esta muestra. En cuanto al nivel “casi siempre” los estudiantes

del grupo experimental superan en un 28% al grupo de control y aproximadamente la cuarta parte (28%) del grupo experimental, manifiestan haber recibido “siempre” estrategias neurodidácticas en sus clases a diferencia del grupo de control que no registra porcentaje alguno en este nivel.

**Tabla 9**

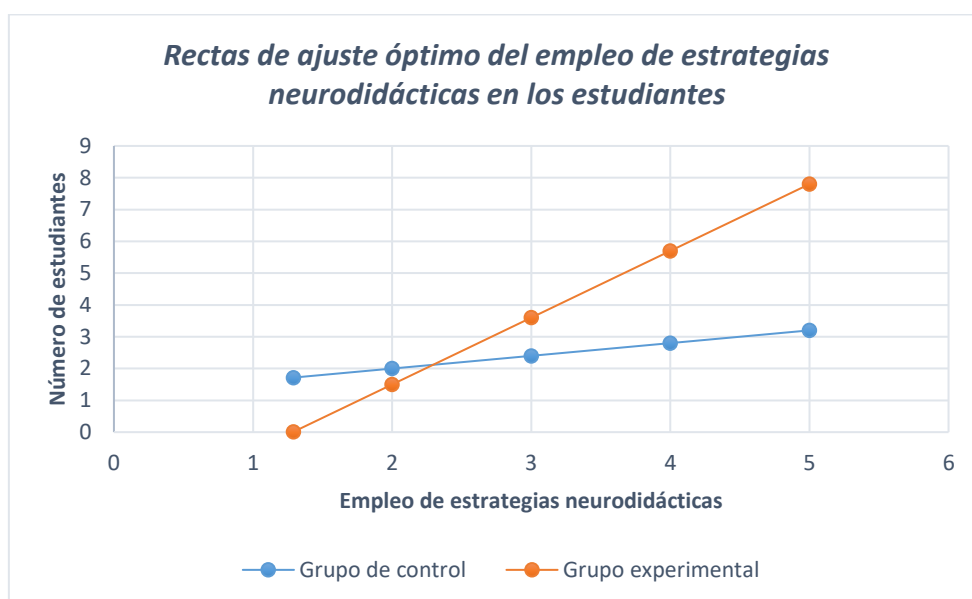
*Ecuación de las rectas de ajuste óptimo y cálculo del coeficiente de correlación de Pearson del empleo de estrategias neurodidácticas en los estudiantes.*

Ecuación de la recta de ajuste óptimo	Coefficiente Pearson (r)
Número de estudiantes grupo de control=0,4*empleo de estrategias neurodidácticas +1,2	0,18
Número de estudiantes grupo experimental=2,1*empleo de estrategias neurodidácticas -2,7	0,72

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

**Figura 4**

*Rectas de ajuste óptimo del empleo de estrategias neurodidácticas en los estudiantes.*



*Nota.* Se presentan las rectas de ajuste óptimo para el grupo experimental y de control. Datos de la investigación, (2021)

En cuanto a las rectas de ajuste óptimo, en la tabla 9 y la figura 4, se aprecia que la pendiente del grupo experimental es mayor a la del grupo de control, con aproximadamente 43° de variación. A modo de comparación se establece que la pendiente del grupo de control denota que al desplazar una unidad a la derecha del eje correspondiente al empleo de las estrategias neurodidácticas se presenta un aumento de 0,4 en el eje correspondiente al número de estudiantes a diferencia del grupo experimental que aumenta o sube 2,1. Además, el grupo de control presenta un promedio de las observaciones de la variable: número de estudiantes, correspondiente a 1,2 frente a la constante -2,7 del grupo experimental

Para establecer qué tan fuerte es la relación lineal de los dos grupos, se procedió a calcular el coeficiente de correlación de Pearson. Donde el grupo de control presenta un coeficiente de correlación  $r=0,18$  lo que implica una correlación positiva débil entre el empleo de las estrategias neurodidácticas y los estudiantes, a diferencia del grupo experimental con un coeficiente de correlación  $r=0,72$  constituyéndose en una correlación positiva moderada. Frente a lo expuesto puede constatarse que existe una mayor percepción del empleo de las estrategias neurodidácticas en el paralelo D (grupo experimental).

**Tabla 10**

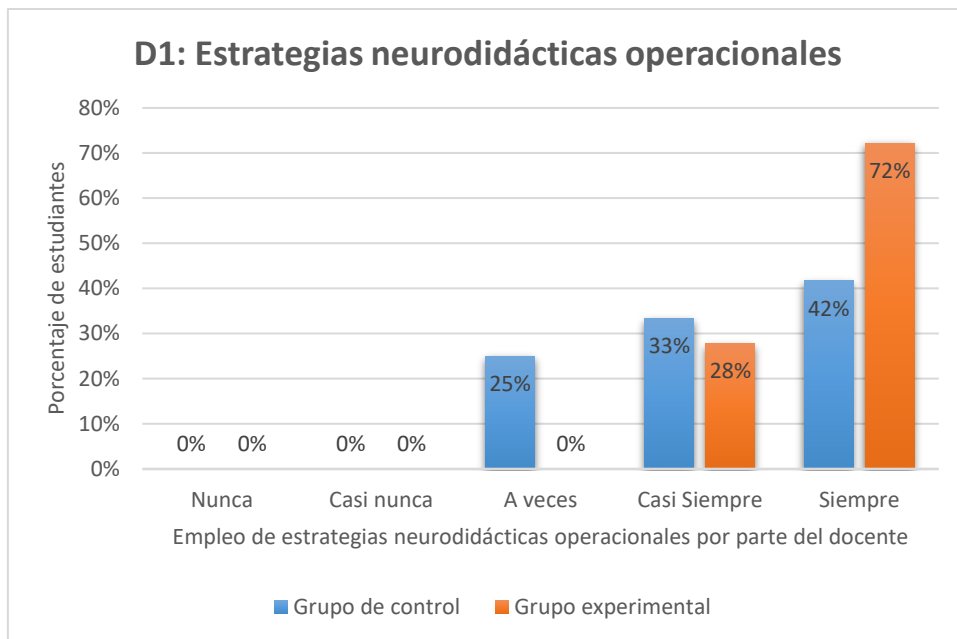
*Porcentajes de la dimensión estrategias neurodidácticas operacionales*

Nivel	Grupo de control	Grupo experimental
Nunca	0%	0%
Casi nunca	0%	0%
A veces	25%	0%
Casi Siempre	33%	28%
Siempre	42%	72%
Total	100%	100%

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

**Figura 5**

*Dimensión estrategias neurodidácticas operacionales*



*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

En cuanto a la dimensión de estrategias neurodidácticas operacionales aplicadas por el docente de matemática: organizadores previos, mnemotécnica, mayéutica y dialéctica, se identifica en la tabla 10 y la figura 5, que el grupo experimental registra que el 72% de esta muestra se ubica en el nivel “siempre” y el 28% en el nivel “casi siempre”, en comparación con el grupo de control que presenta porcentajes desde el nivel “a veces” hasta “siempre”, éste último en un 30% menos que el grupo experimental.

Aspectos que permiten palpar mayor percepción por parte del grupo experimental sobre el proceso de enseñanza; a través de reflexiones con experiencias previas, preguntas que inviten a la reflexión y elementos que faciliten recordar como colores, imágenes y códigos.

**Tabla 11**

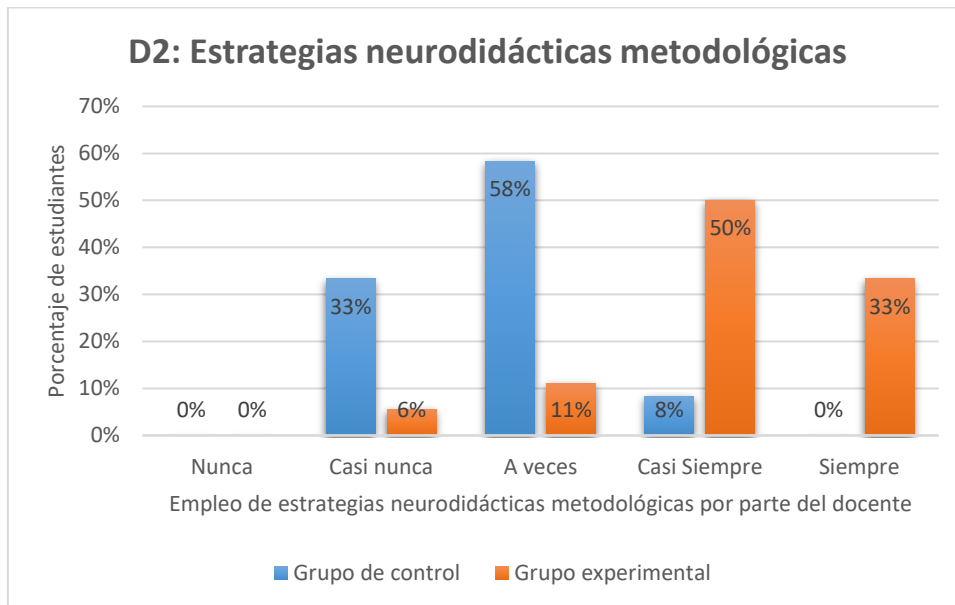
*Porcentajes de la dimensión estrategias neurodidácticas metodológicas*

Nivel	Grupo de control	Grupo experimental
Nunca	0%	0%
Casi nunca	33%	6%
A veces	58%	11%
Casi Siempre	8%	50%
Siempre	0%	33%
Total	100%	100%

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

**Figura 6**

*Dimensión estrategias neurodidácticas metodológicas*



*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

Siguiendo con el análisis descriptivo, la dimensión que corresponde al empleo de las estrategias neurodidácticas metodológicas: mapas mentales, mapas conceptuales, mategramas y tic's, presenta mayores diferencias en cuanto a las demás, ya que la figura 6 y la tabla 11 muestran que el grupo experimental percibe el 88% de la aplicación de estrategias relación a los niveles "siempre" y "casi siempre", constituyéndose en más de las tres cuartas partes de esta muestra, resultado que

difiere enormemente del grupo de control que registra el 91% en los niveles “casi nunca” y “a veces”.

Resultados que denotan por parte del grupo de control un deficiente uso del docente sobre: esquemas o gráficos en torno a ideas y aportes generados en clase sobre un concepto matemático, organizadores gráficos, crucigramas matemáticos y recursos tecnológicos novedosos.

**Tabla 12**

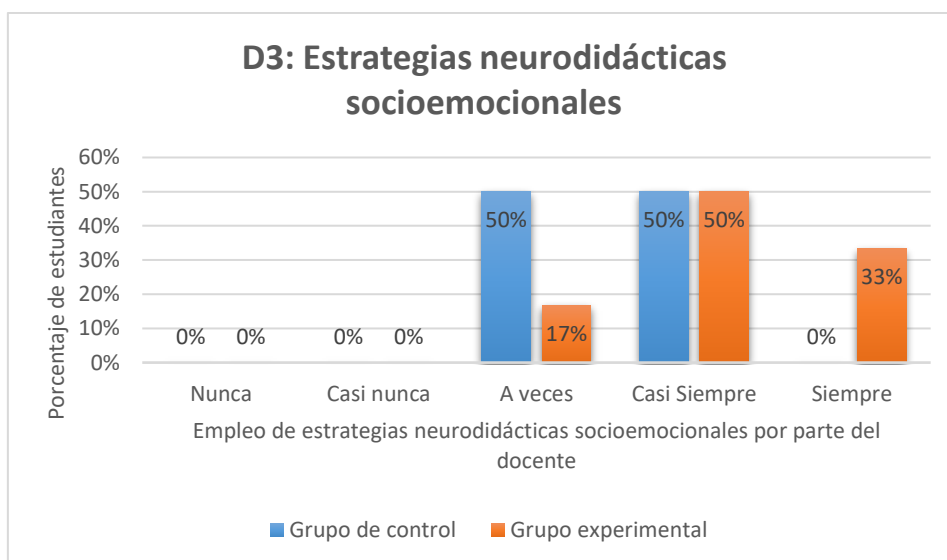
*Porcentajes de la dimensión estrategias neurodidácticas socioemocionales*

Nivel	Grupo de control	Grupo experimental
Nunca	0%	0%
Casi nunca	0%	0%
A veces	50%	17%
Casi Siempre	50%	50%
Siempre	0%	33%
Total	100%	100%

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

**Figura 7**

*Dimensión estrategias neurodidácticas socioemocionales*



*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

Finalmente, al observar la tabla 12 y la figura 7 correspondiente a la dimensión de las estrategias socioemocionales: trabajo entre pares, reflexiva, retroalimentación, relajación y sensibilización, se observan resultados coincidentes en relación con el nivel “casi siempre”, ya que tanto el grupo de control como el grupo experimental obtienen un 50% en su aplicación, mientras que en el nivel “siempre” únicamente se vislumbra un 33% de la muestra del grupo experimental.

Lo obtenido permite apreciar que el nivel de empleo de estas estrategias en el grupo de control es aceptable. Sin embargo, se observa mayor aplicación en el grupo experimental, situación que llama a la reflexión sobre la búsqueda de la excelencia educativa, la cual exhorta al docente a prepararse para adaptar sus enseñanzas al modo de aprender de los estudiantes. Propiciando el trabajo cooperativo, colaborativo, relajación, sensibilización, actividades reflexivas relacionadas a la transferencia de los conocimientos al contexto y retroalimentación continua.

#### 4.1.1.2. Variable Dependiente: Neuroaprendizaje.

Se identificó el neuroaprendizaje mediante el modelo del Cerebro Total de Herrmann, en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar”, los resultados permiten determinar el perfil de dominancia cerebral o formas de pensamiento, facultando el conocimiento de las potenciales cognitivas de los estudiantes con el fin de direccionar la construcción del conocimiento, habilidades sociales, inteligencia emocional, el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El modelo del cerebro total integra la neocorteza con el sistema límbico. Concibiéndolo como una totalidad dividida en cuatro cuadrantes con un procesamiento diferencial de la información, comunicados entre sí por el cuerpo calloso (ver figura 8).

Cuadrante A: Lóbulo superior izquierdo, cortical izquierdo.

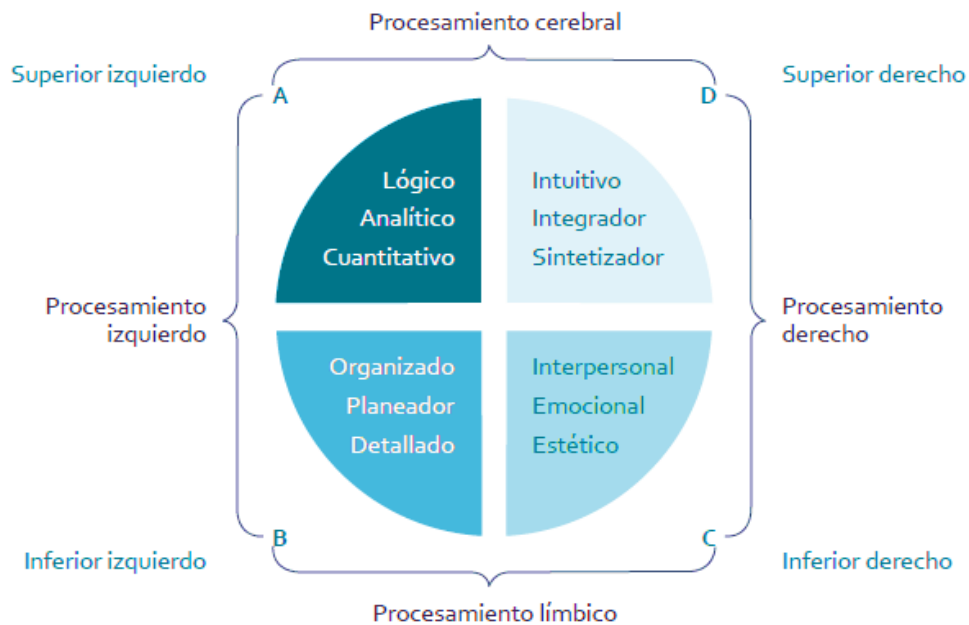
Cuadrante B: Lóbulo inferior izquierdo, límbico izquierdo.

Cuadrante C: Lóbulo inferior derecho, límbico derecho.

Cuadrante D: Lóbulo superior derecho, cortical derecho.

**Figura 8**

*Modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann*



*Nota.* La figura representa los cuadrantes A, B, C y D propuestos por Herrmann (1994). Fuente: Díaz (2020).

El procesamiento de los datos se realizó mediante la escala de medición propuesta por Jiménez (2016), misma que se detalla en la tabla 2 correspondiente al marco teórico. Los perfiles resultantes y tipos de dominancia a nivel general fueron:

**Tabla 13**

*Síntesis de perfiles y dominancias de los grupos experimental y de control.*

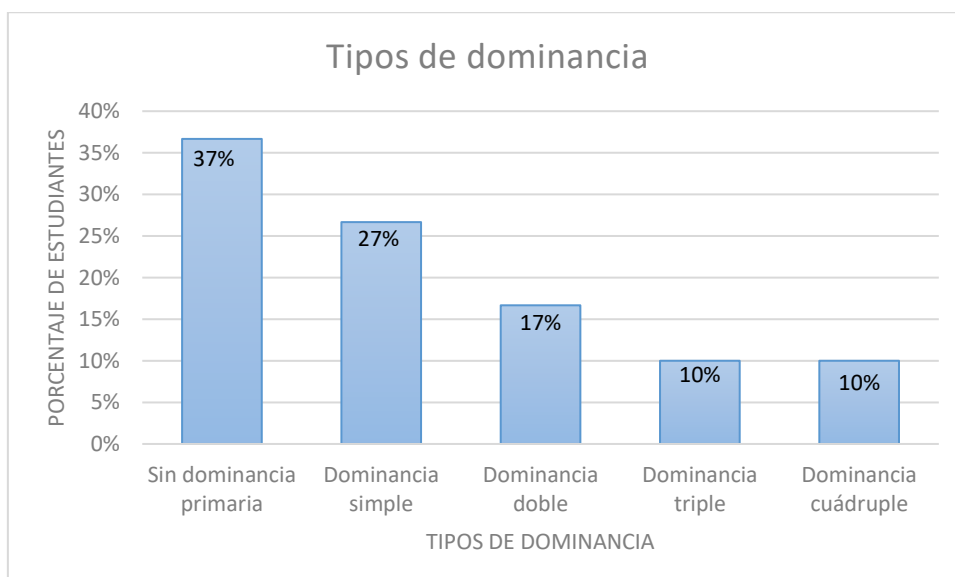
No.	Perfiles resultantes	Tipo de dominancia	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa %
1	1-1-1-1	Dominancia Cuádruple	3	10%
2	2-2-2-2	Sin dominancia primaria	3	10%
3	3-3-3-3	Sin dominancia primaria	2	6,7%
4	2-2-3-2	Sin dominancia primaria	2	6,7%
5	3-2-1-2	Dominancia Simple	1	3,3%
6	2-2-1-2	Dominancia Simple	2	6,7%
7	2-1-1-2	Dominancia Doble	1	3,3%
8	1-1-2-1	Dominancia Triple	2	6,7%

9	3-2-3-2	Sin dominancia primaria	2	6,7%
10	2-1-2-2	Dominancia Simple	4	13,3%
11	1-1-2-2	Dominancia Doble	1	3,3%
12	2-1-1-3	Dominancia Doble	1	3,3%
13	1-2-2-1	Dominancia Doble	1	3,3%
14	3-2-2-3	Sin dominancia primaria	1	3,3%
15	1-2-3-1	Dominancia Doble	1	3,3%
16	2-2-2-1	Dominancia Simple	1	3,3%
17	1-1-1-2	Dominancia Triple	1	3,3%
18	3-2-2-2	Sin dominancia primaria	1	3,3%
<b>Total</b>			<b>30</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

**Figura 9**

*Tipos de dominancias de los grupos experimental y de control*



*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

La figura 9 representa una síntesis de los tipos de dominancias de los grupos experimental y de control de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar”, según los datos arrojados por la investigación, donde se determina que:

El 27% de los alumnos posee dominancia simple, la misma que se caracteriza por la toma de decisiones armónicas y predecibles, ya que presentan menos conflictos internos.

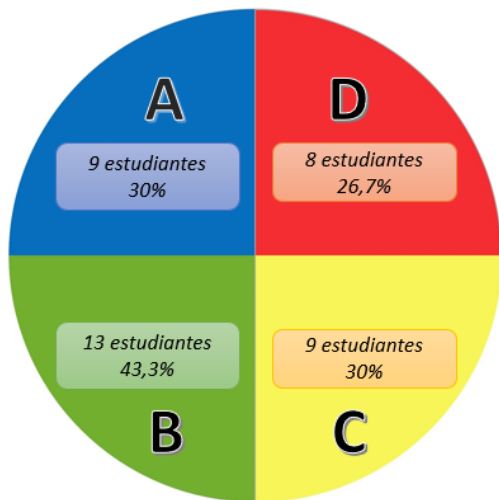
El 17% de los estudiantes refleja dominancia doble, manifestándose las preferencias dobles A y B, las cuales se complementan dotando de sentido común y desarrollo del pensamiento; B y C, caracterizado por un perfil intuitivo; A y D, vinculado a un estilo pragmático. Los alumnos con este tipo de dominancia pueden comprender el pensamiento no lineal y basado en hechos vivenciales. Una desventaja es que la toma de decisiones puede requerir mucho tiempo.

Un 20% de dominancia múltiple distribuidos en triple y cuádruple, donde el 10% de los estudiantes manifiesta una dominancia triple A, B, D y A, B, C. El cuadrante no primario es secundario; por lo general presentan un perfil con habilidades lingüísticas. Y el 10% de los alumnos muestra una dominancia cuádruple, lo cual refuerza lo establecido en relación con la utilización del cerebro en su totalidad.

En un mayor porcentaje, correspondiente al 36% de los alumnos se perciben sin dominancia primaria, lo cual puede guardar relación con la edad cronológica de los individuos de la muestra ya que en la adolescencia se inician importantes cambios y procesos a nivel cerebral para empezar a forjarse preferencias definidas. Así como también pueden reflejar mayor necesidad de estímulos específicos para enfrentar las actividades académicas y cotidianas.

**Figura 10**

*Dominancia por cuadrantes*



*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

En la figura 10 se puede observar que el 30% de los estudiantes presentan dominancia en el cuadrante A (cortical izquierdo), el cual se caracteriza por un pensamiento lógico, analítico y crítico. Es importante que en el proceso educativo se potencie este perfil mediante el uso de estrategias metodológicas neuroeducativas.

En un mayor porcentaje, 43% de los alumnos, reflejan dominancia en el cuadrante B (límbico izquierdo), mismo que está relacionando a un pensamiento organizado, secuencial y planificado. Ligado directamente a las estrategias operacionales, enfocadas a la realización de acciones previamente establecidas y basadas en la administración de recursos.

El 30% de los estudiantes presentan dominancia en el cuadrante C (límbico derecho), orientado a un perfil comunicativo, interpersonal y cooperativo. Relacionado fuertemente a las estrategias socioemocionales.

Y finalmente alrededor de la cuarta parte de los discentes poseen una dominancia primaria en el cuadrante D (cortical derecho), mismo que está ampliamente ligado a la creatividad, innovación, sucesos novedosos e imaginación. Las estrategias

neurodidácticas metodológicas implementadas por el docente deben considerar el desarrollo del potencial creativo.

Los resultados descriptivos de cada cuadrante y dominancias cerebrales por grupo de estudio fueron:

**Tabla 14**

*Resultados descriptivos de los cuadrantes y dominancias cerebrales del grupo de control*

Cuadrantes	A	B	C	D
Promedio	68,83	70,50	64,67	70,17
Desviación estándar	21,28	18,27	14,00	13,84
Dominancias (%)	Pensamiento (%)			
Primaria derecha	8,33	Realista		33,33
Primaria izquierda	16,67	Pragmático		50,00
Secundaria o terciaria derecha o izquierda	41,67	Idealista		0,00
Mixta	33,33	Intuitivo		16,67
Sexo	A	B	C	D
Hombre	69,43	66,86	62,57	70,57
Mujer	68,00	75,60	67,60	69,60

*Nota.* Datos de la investigación del paralelo A., (2021)

En la tabla 14 se aprecia los resultados para el paralelo A, donde los estudiantes tienen una dominancia promedio secundaria en todos los cuadrantes. Los estudiantes con dominancias cerebrales izquierdas prefieren las clases argumentadas y sólidas de las cuales extraen grandes apuntes; a diferencia de los alumnos con dominancias cerebrales derechas, quienes toman pocos apuntes ya que se concentran en lo esencial del tema, se observa que en este grupo existe mayor dominancia del hemisferio izquierdo. Las mujeres presentan un promedio mayor en el cuadrante B, el cual tiene un perfil organizador. La mayor parte de los estudiantes 41,67% no tuvo dominancias primarias, mientras que el 33,33% presentó dominancias mixtas. En cuanto al pensamiento el 50% de los alumnos son pragmáticos mientras que no se registran perfiles idealistas.

**Tabla 15**

*Resultados descriptivos de los cuadrantes y dominancias cerebrales del grupo experimental.*

Cuadrantes	A	B	C	D
Promedio	73,56	77,67	75,78	72,56
Desviación estándar	13,01	11,95	13,34	11,90
Dominancias (%)	Pensamiento (%)			
Primaria derecha	16,67	Realista		25,00
Primaria izquierda	16,67	Pragmático		25,00
Secundaria o terciaria derecha o izquierda	33,33	Idealista		18,75
Mixta	33,33	Intuitivo		31,25
Sexo	A	B	C	D
Hombre	74,55	77,82	75,64	75,45
Mujer	72,00	77,43	76,00	68,00

*Nota.* Datos de la investigación del paralelo D, (2021)

Por otro lado, los resultados del paralelo D, dispuestos en la tabla 15 reflejan valores promedio mayores al paralelo A, manteniéndose en una dominancia secundaria promedio en todos los cuadrantes. De manera específica, cabe diferenciar los resultados promedios de los dos cursos en cuanto al cuadrante A, el mismo que está relacionado con la lógica, el análisis y el tratamiento eficiente de datos cuantitativos, por su parte el grupo experimental refleja un promedio de 73,56 según la escala de medición del test de Jiménez (2016) con una desviación estándar de 13,01 mientras que el grupo de control se encuentra por debajo de esta media con 68,83 y mayor dispersión, reflejada con una desviación estándar de 21,28. Ante tales cifras estadísticas es notable que el grupo experimental cuenta con datos más homogéneos y de mayor promedio en relación al cuadrante cortical izquierdo.

Las dominancias de los hemisferios derecho e izquierdo son similares; además, los hombres presentan promedios mayores en el cuadrante D, el cual es relacionado con la creatividad. Los porcentajes de los alumnos con dominancias mixtas y sin dominancias primarias es el mismo 33,33%. El tipo de pensamiento más común en los alumnos es el intuitivo con un 31,25%.

#### 4.1.2. Contrastación de la hipótesis

Para el análisis se recolectaron mediciones del grupo de control y experimental, al contar con variables cualitativas nominales y ordinales se emplearon pruebas no paramétricas, por lo que no fue necesario probar la normalidad de los datos. Las pruebas estadísticas aplicadas fueron U de Mann-Whitney, Chi-cuadrado y Tau-c de Kendall.

##### 4.1.2.1. Prueba de hipótesis

Para probar la hipótesis del presente proyecto de investigación, facultando la asociación de la variable dependiente e independiente se utilizó la prueba de Chi-cuadrado.

$H_0$ : Las estrategias neurodidácticas no se asocian con el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021

$H_1$ : Las estrategias neurodidácticas se asocian con el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

**Tabla 16**

*Prueba de chi-cuadrado*

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	24,055 <sup>a</sup>	8	,002
Razón de verosimilitud	24,392	8	,002
Asociación lineal por lineal	,461	1	,497
N de casos válidos	30		

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

Al aplicar la prueba de Chi-cuadrado, la tabla 16 muestra un p valor de 0,002 el cual es menor que el nivel de significancia 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula

$H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ , concluyendo que las estrategias neurodidácticas están asociadas al neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

Para saber que tan significativa es esta asociación se utilizó la prueba de correlación Tau-c de Kendall, para lo cual se procedió a relacionar las estrategias neurodidácticas con cada uno de los cuadrantes de la teoría del cerebro total concernientes al neuroaprendizaje.

- Cuadrante A: Lóbulo superior izquierdo, cortical izquierdo.

$H_0$ : No existe relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado al cuadrante A en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

$H_1$ : Existe relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado al cuadrante A en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

**Tabla 17**

*Prueba de correlación Tau-c de Kendall: estrategias neurodidácticas y cuadrante A.*

	Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
Ordinal por ordinal Tau-c de Kendall	,420	,130	3,239	,001
N de casos válidos	30			

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

Al aplicar la prueba Tau-c de Kendall, la tabla 17 muestra un p valor de 0,001 el cual es menor que el nivel de significancia de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ . Además, el nivel de correlación es de 0,420 interpretada como correlación positiva moderada, resultado que implica que al incrementar el empleo de las estrategias neurodidácticas también incrementa la

dominancia del cuadrante A, vinculada al neuroaprendizaje en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

- Cuadrante B: Lóbulo inferior izquierdo, límbico izquierdo.

$H_0$ : No existe relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado al cuadrante B en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

$H_1$ : Existe relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado al cuadrante B en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

**Tabla 18**

*Prueba de correlación Tau-c de Kendall: estrategias neurodidácticas y cuadrante B.*

	Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada	
Ordinal por ordinal	Tau-c de Kendall	,443	,124	3,576	,000
N de casos válidos		30			

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

Al aplicar la prueba Tau-c de Kendall, la tabla 18 muestra un p valor de 0,000 el cual es menor que el nivel de significancia de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ . Además, el nivel de correlación es de 0,443 interpretada como correlación positiva moderada, resultado que implica que al incrementar el empleo de las estrategias neurodidácticas también incrementa la dominancia del cuadrante B, vinculada al neuroaprendizaje en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

- Cuadrante C: Lóbulo inferior derecho, límbico derecho.

$H_0$ : No existe relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado al cuadrante C en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

$H_1$ : Existe relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado al cuadrante C en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

**Tabla 19**

*Prueba de correlación Tau-c de Kendall: estrategias neurodidácticas y cuadrante C*

	Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada	
Ordinal por ordinal	Tau-c de Kendall	,470	,141	3,322	,001
N de casos válidos		30			

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

Al aplicar la prueba Tau-c de Kendall, la tabla 19 muestra un p valor de 0,001 el cual es menor que el nivel de significancia de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ . Además, el nivel de correlación es de 0,470 interpretada como correlación positiva moderada, resultado que implica que al incrementar el empleo de las estrategias neurodidácticas también incrementa la dominancia del cuadrante C, vinculada al neuroaprendizaje en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

- Cuadrante D: Lóbulo superior derecho, cortical derecho.

$H_0$ : No existe relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado al cuadrante D en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

$H_1$ : Existe relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado al cuadrante D en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

**Tabla 20**

*Prueba de correlación Tau-c de Kendall: estrategias neurodidácticas y cuadrante D*

	Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
Ordinal por ordinal Tau-c de Kendall	,240	,177	1,358	,175
N de casos válidos	30			

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

Al aplicar la prueba Tau-c de Kendall, la tabla 20 muestra un p valor de 0,175 el cual es mayor que el nivel de significancia de 0,05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula  $H_0$  y se rechaza la hipótesis alternativa  $H_1$ . Concluyéndose que no existe relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado al cuadrante D en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021. Este hecho puede atribuirse a que el tiempo de clases en las cuales se aplicó las estrategias neurodidácticas fue relativamente corto, así como también pudo haber influido el medio virtual. Estos aspectos dan la pauta para que los docentes de matemática busquen e intensifiquen nuevas estrategias que potencien la creatividad de los discentes, característica propia del cuadrante D.

Para un análisis más completo se procedió a determinar qué tan significativas resultan las estrategias neurodidácticas aplicadas al grupo experimental en comparación con el grupo de control, mismo que recibió sus clases del modo convencional. Para el efecto se plantearon las siguientes hipótesis.

$H_0$ : No existen diferencias significativas respecto a las estrategias neurodidácticas empleadas por los docentes de matemática entre los alumnos de los paralelos “A” y “D” de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

$H_1$ : Existen diferencias significativas respecto a las estrategias neurodidácticas empleadas por los docentes de matemática entre los alumnos de los paralelos “A” y “D” de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

**Tabla 21**

*Prueba U de Mann-Whitney*

	Est_Neurodidácticas
U de Mann-Whitney	38,000
W de Wilcoxon	116,000
Z	-3,244
Sig. asintótica (bilateral)	,001
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,002 <sup>b</sup>

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

**Tabla 22**

*Medianas de los grupos experimental y de control*

Estadísticos			
Est_Neurodidácticas			
A	N	Válido	12
		Perdidos	0
	Mediana		3,00
D	N	Válido	18
		Perdidos	0
	Mediana		4,00

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

Como se observa en la tabla 21, al correr la prueba U de Mann-Whitney se obtiene un p valor de 0,001 el cual se ubica por debajo del nivel de significancia de 0,05. Consecuentemente se acepta la hipótesis alternativa, la cual señala que existen diferencias significativas respecto a las estrategias neurodidácticas empleadas por los docentes de matemática entre los alumnos de los paralelos “A” (grupo de control) y paralelo “D” (grupo experimental). Al comparar las medianas de los dos grupos, las

mismas que están expuestas en la tabla 22, se muestra que el grupo experimental es superior al grupo de control, ya que en el paralelo A se registra una mediana en el nivel “a veces”, mientras que el paralelo D en el nivel “casi siempre”.

## **4.2. DISCUSIÓN**

En el presente trabajo de titulación se planteó como objetivo general, “Establecer de qué manera las estrategias neurodidácticas se asocian con el neuroaprendizaje de la Matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020 – 2021”, para lo cual se trabajó con dos grupos de estudiantes correspondientes a los paralelos A y D.

El paralelo A o grupo de control, cuyos estudiantes recibieron clases de manera habitual (didáctica usual, sin conocimiento de estrategias neurodidácticas) y el paralelo D o grupo experimental a quienes se aplicaron estrategias basadas en los principios de la neurodidáctica. Cabe mencionar que debido al contexto de pandemia las clases fueron de manera virtual con los alumnos de dichos paralelos con conectividad, para luego aplicar las encuestas relacionadas a las estrategias neurodidácticas empleadas por los docentes y el neuroaprendizaje de los educandos, mediante el modelo del Cerebro Total de Herrmann.

La variable independiente del proyecto de investigación está constituida por las estrategias neurodidácticas. Una vez desarrolladas las encuestas, se pudo apreciar el criterio de los estudiantes sobre su grado de aplicación en el proceso educativo, es así que, el grupo experimental supera en un 56% al grupo de control, en relación a los niveles “casi siempre” (61% grupo experimental frente a 33% grupo de control) y “siempre” (28% grupo experimental frente a 0% grupo de control). Con esto se puede inferir que, en cierta medida, en la institución se aplican estrategias que se ajustan medianamente a los principios de las neurociencias, orientadas a la educación,

aunque no se las distinguen como tal. También se puede observar que las actividades, metodologías, técnicas y recursos empleados en el grupo experimental fueron acertadas, mismos que pueden ser ampliadas progresivamente al resto de estudiantes de la unidad educativa, convirtiendo a la neuroeducación en un pilar fundamental de las prácticas pedagógicas institucionales.

Lógicamente, que previo a lo expuesto, los docentes deben estar preparados en metodologías neuroeducativas, para que estas sean aplicadas de manera eficiente y sean direccionadas a las particularidades de los discentes: adaptabilidad, ritmo y estilo de aprendizaje, consiguiendo de esta manera que el educador contemple en sus planificaciones: métodos, técnicas, recursos y ambientes enfocados al desarrollo integral de los educandos. Lo mencionado es corroborado por Tacca et al. (2019), quien, en su estudio realizado, estableció la relación existente entre las estrategias neurodidácticas aplicadas por el docente con la satisfacción y el rendimiento académico de los estudiantes de la universidad de Lima, Perú. Obteniéndose una correlación positiva y grande entre las estrategias neurodidácticas y la satisfacción académica, así como también entre las estrategias neurodidácticas y el rendimiento académico de los estudiantes. Lo anterior se convertiría en una nueva forma de enseñar para responder a las exigencias del siglo XXI.

Las estrategias neurodidácticas proponen acentuar el interés del estudiantado, considerando sus características afectivas y cognitivas para brindar una experiencia de aprendizaje novedosa y fascinante.

Dentro de esta variable independiente se distinguen 3 dimensiones: operacionales, metodológicas y socioemocionales.

En lo que concierne a la dimensión de estrategias neurodidácticas operacionales: el grupo experimental excede en un 30% al grupo de control en comparación con el nivel “siempre”. Los resultados del grupo experimental evidencian una mayor presencia de estas estrategias que robustecen la comprensión de los conocimientos, mientras que el grupo de control refleja ciertas limitaciones en la práctica pedagógica institucional

en lo que respecta a la utilización de estímulos creativos para la presentación de contenidos, como organizadores previos, mnemotécnica, mayéutica y dialéctica, mismos que según el criterio fundamentado en los estudios de Boscán (2011), deben ser desarrollados en función de las preferencias e intereses de los educandos.

En la dimensión estrategias neurodidácticas metodológicas, los estudiantes perciben un mayor uso de las mismas en comparación a las estrategias operacionales y socioemocionales, ya que al contrastar los niveles “siempre” y “casi siempre”, el grupo experimental sobresale en un 75%, a diferencia de los hallazgos obtenidos por Tacca et al. (2019), donde se percibe un uso equivalente de estrategias metodológicas y operacionales por encima de las socioemocionales. Por lo tanto, la labor docente en el área de matemática de la institución debe ser replanteada en el aspecto metodológico, poniendo de manifiesto la necesidad existente de reforzar los procesos lógicos que promuevan el análisis, secuenciación, jerarquización, inferencias, creatividad, innovación e investigación, mediante el uso de estrategias como: mapas mentales, mapas conceptuales, crucigramas y las tic’s, estrategias que permiten captar la atención de los estudiantes, generar motivación, construir conocimiento y desarrollar habilidades de pensamiento. Lo sugerido está fundamentado en lo expresado por Tacca et al. (2019), donde se prueba que las estrategias metodológicas presentan correlación con el rendimiento académico, mismo que está provisto como un aspecto de la vida académica donde inciden numerosos factores.

En lo que respecta a la dimensión estrategias neurodidácticas socioemocionales, los hallazgos presentados reflejan que existen resultados homogéneos en el nivel “casi siempre”, no así en el nivel “siempre”, donde el grupo experimental es superior en un 33%. Un factor influyente en este aspecto es la modalidad virtual que se aplica por efecto de la pandemia COVID19, donde se ven limitadas las interacciones habituales en el aula; en consecuencia, no se produce un desarrollo colaborativo óptimo y el clima de aula se ve condicionado, sin embargo, con la implementación de las estrategias neurodidácticas se logra disminuir la brecha de la virtualidad y mejorar las interacciones socioemocionales. Frente a lo expuesto se puede vislumbrar que, a nivel de institución, en la asignatura de matemática se requiere aumentar la participación

activa del alumnado, buscando fortalecer los aspectos conductuales, fisiológicos y psicológicos implicados en el proceso educativo, mediante el trabajo entre pares, actividades reflexivas, retroalimentación continua, inteligencia emocional, relajación, y sensibilización. Esta cavilación se mira respaldada en la investigación realizada por Sánchez y Pirela (2017), quienes destacan la perspectiva de una psicología educativa positiva, en la búsqueda del desarrollo integral de los estudiantes universitarios venezolanos, para cuyo efecto se realizan intervenciones sobre autoeficiencia, internalidad y comunicación a un grupo experimental, para luego comparar los hallazgos con un grupo de control, donde se evidenció que en los alumnos que fueron parte del programa existe un incremento significativo en el bienestar subjetivo, lo cual supone una visión optimista tomando en cuenta la vinculación de la felicidad con el fortalecimiento de la salud, funciones cognitivas, interacciones sociales, entre otros factores relacionados a la realización y satisfacción personal, los cuales son producto de una perspectiva educativa novedosa que destaca las potencialidades y fortalezas de las personas, en contraposición con el enfoque tradicional, distinguido por la atención a las deficiencias y problemas a resolver. A esto se suman Usán y Salavera (2018), quienes realizaron un estudio sobre la influencia de la motivación e inteligencia emocional en el proceso formativo de adolescentes, evidenciando que la motivación y la regulación emocional se constituyen como predictores del rendimiento escolar. Analizando lo antes expuesto, se concluye que la labor docente requiere de una gran responsabilidad y compromiso para desligarse de los antiguos modelos y aplicar estrategias didácticas en torno a los estilos de aprendizaje y activación sensorial de los educandos, para que de esta manera adquieran habilidades y conocimientos perdurables y robustos. Los resultados anteriores son respaldados por Cifuentes (2017), quien en su tesis doctoral se propone investigar la influencia de la inteligencia emocional en el rendimiento matemático de alumnos de educación secundaria, para lo cual emplea un Programa de Intervención Psicopedagógica en Educación Emocional con un grupo experimental, grupo que demostró un desempeño matemático mayor, luego de concurrir a la cátedra formativa, frente a los que no (grupo control), lo que nos lleva a salvaguardar la necesidad de una educación emocional en el proceso educativo, premisa justificada por todos los beneficios que conlleva.

La variable dependiente para esta investigación es el neuroaprendizaje, después de la ejecución de la encuesta se encontró de manera general que, el mayor porcentaje de los alumnos se perciben sin dominancia primaria alguna, hecho que puede ser derivado de su edad, ya que a partir de la etapa de la adolescencia (12 a 18 años) se inician grandes cambios en distintas áreas cerebrales para contribuir al incremento de funciones cognitivas, emocionales, conductuales, entre otras; las que van madurando paulatinamente, para con ello ir definiendo gustos, preferencias, estilos de aprendizaje y perfiles profesionales, tal es el caso de la corteza prefrontal, responsable del desarrollo de las funciones ejecutivas, la cual tiene una maduración próxima a los 24 años. Otro factor influyente son los pocos estímulos específicos para ayudar al desarrollo de las dominancias cerebrales en los cuadrantes.

Siguiendo con el análisis, en segundo lugar, con un 27%, se ubican los tipos de dominancias simples, seguidas de las dominancias dobles y múltiples (triples y cuádruples), con porcentajes cercanos de 17% y 20% respectivamente. En las dominancias triples el cuadrante no primario es secundario, además una desventaja es el hecho de que las dominancias múltiples pueden demorar más tiempo en madurar. Pasando al análisis general de dominancias por cuadrante, se obtiene que la mayor parte de los alumnos tienen dominancia en el cuadrante B (límbico izquierdo), el cual se identifica por un pensamiento secuencial, organizado y lógico. Seguido de las dominancias en los cuadrantes A (cortical izquierdo), C (límbico derecho) y D (cortical derecho) con porcentajes similares.

Resultados equivalentes son obtenidos por Yarlequé et al. (2018), al estudiarse las diferencias significativas entre las dominancias cerebrales y universidad de procedencia, donde la mayor parte de los estudiantes que ingresan a la universidad en Huancayo – Perú no tienen un cuadrante cerebral que predomine, seguido de dominancias simples, dobles y múltiples, ubicadas de mayor a menor porcentaje, orden que marca una tendencia decreciente y coincidente con los datos obtenidos en la presente investigación, así como también el hecho de que en su mayoría los alumnos presentan una dominancia primaria en el cuadrante B; de donde se puede

inferir que los cerebros en los que los cuatro cuadrantes se desempeñan en el más alto nivel, son pocos.

Con respecto a los resultados de los cuadrantes y dominancias cerebrales por grupo, se puede apreciar que tanto en el paralelo A como en el paralelo D, los estudiantes tienen una dominancia promedio secundaria en todos los cuadrantes, conviene subrayar que los resultados del grupo experimental reflejan valores promedio mayores al grupo de control y de manera específica en el cuadrante A, mismo que se relaciona a las habilidades en la matemática, con una media que supera en un valor de 7% y con una desviación mucho menor, aproximadamente a la mitad; efectos similares ocurren con el resto de cuadrantes, a partir de lo enunciado se puede inferir que el grupo que recibió las estrategias neurodidácticas posee resultados más homogéneos y de mayor valor promedio, en relación a las dominancias de todos los cuadrantes. Por otra parte, los alumnos con dominancias mixtas y sin dominancias primarias, poseen el mismo porcentaje en relación a los dos grupos; también se obtiene el tipo de pensamiento más común, donde en el grupo de control la mayor parte de los alumnos son pragmáticos, a diferencia del grupo experimental, quienes registran en mayor medida un pensamiento intuitivo. En este apartado, cabe resaltar que una determinada predominancia cerebral o estilo de pensamiento, no debe ser tipificado como bueno o malo; ya que su valoración depende básicamente de su capacidad de respuesta, preferencias, habilidades y adaptación a distintas tareas, situaciones o problemas planteados. En torno a lo expresado se han encontrado diversas indagaciones sobre el perfil de dominancia cerebral y su relación con la carrera estudiada, así como también su dependencia con el rendimiento académico en determinada área de conocimiento, tal es el caso de Díaz (2020), quien en su artículo se enfoca en las ciencias económicas y empresariales de la Universidad Rafael Landívar de Guatemala, desplegando un análisis que muestra que la mayor parte de los educandos encuestados tienen un perfil de dominancia en el cuadrante B, seguido por el cuadrante A, el cual coincide con la carrera estudiada. Resultados similares se obtienen en la investigación de Velásquez et al. (2007), en su artículo se da a conocer la dominancia cerebral de los estudiantes basada en el modelo de Ned Hermann y su relación con la carrera universitaria elegida, donde los resultados más significativos

corroboran la compatibilidad entre las dominancias de los cuadrantes A y C con la carrera de bacteriología. Así mismo, García-Ramírez (2019), profundiza en el estudio de los estilos de aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Técnica Particular de Loja, carrera de Ingeniería Civil, en Ecuador, instituyendo relaciones entre las variables: dominancias, sexo, modalidad de pensamiento, en contraste con la variable calificaciones; en base a este análisis se dilucidó una dependencia entre los cuadrantes A y D y sus calificaciones, adicionalmente los estudiantes que aprobaron o reprobaron el curso mostraron similares puntuaciones promedio en cada cuadrante cerebral. En conclusión, los trabajos investigativos expuestos a colación se enfocan en encontrar contribuciones, tendencias, recursos, metodologías y estrategias para guiar a los profesores en el proceso de potenciar el aprendizaje, con actividades que cubran los diversos estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Con los datos antes referidos del estudio descriptivo, se realiza la prueba Chi-cuadrado, mediante la cual se acepta la hipótesis de investigación planteada del presente trabajo de titulación, donde se refiere que las estrategias neurodidácticas se asocian con el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020 -2021. A partir de lo revelado se confirma que el aprendizaje se fortalece cuando el docente incluye en sus prácticas pedagógicas elementos de aprendizaje asociados a la neuroeducación. Estos resultados concuerdan con la indagación realizada por los investigadores Ibáñez et al. (2018), quienes desarrollaron un diseño experimental para contribuir a la mejora de la comprensión lectora y la matemática, mediante la incorporación de la neuroeducación en las aulas, donde los hallazgos principales sugieren que las rutas neurodidácticas expuestas generan beneficios en el aprendizaje de los discentes y de manera especial en aquellos con mayores dificultades de aprendizaje, lo que abre la posibilidad de mejoras en la comprensión lectora y competencias matemáticas. De igual forma, un estudio similar desarrollado por Moreano (2020), donde se propone el diseño de una estrategia neurodidáctica que ayude a la comprensión lectora y favorezca la resolución de problemas en el aula de matemática, misma que al ser aplicada permitió comprobar que los desempeños de los aprendices se optimizaron al realizarse el

abordaje de la construcción de nociones y conceptos matemáticos con bases neurocientíficas.

Además, para establecer qué tan significativa es la asociación encontrada en la prueba de hipótesis general, se procedió a determinar la correlación de las estrategias neurodidácticas con cada uno de los cuadrantes del modelo del Cerebro Total de Herrmann relativos al neuroaprendizaje. Encontrando una relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado a los cuadrantes A, B y C de los alumnos, con un nivel de correlación positiva moderada, lo cual implica que al incrementarse el empleo de las estrategias neurodidácticas, también se incrementarán las dominancias de los cuadrantes mencionados y en consecuencia el neuroaprendizaje. En contraposición a los resultados anteriores, no existe relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática vinculado al cuadrante D, lo cual puede adjudicarse a que el tiempo destinado para las clases donde se aplicaron las estrategias neurodidácticas fue relativamente corto, ya que se trató un solo tema durante aproximadamente dos semanas, así como también pudo haber ejercido influencia el hecho de haberlas desarrollado de manera virtual, por lo que el contacto directo con los educandos se percibió limitado. Estos aspectos dan la pauta para que los docentes de matemática indaguen e intensifiquen nuevas estrategias que fortalezcan la creatividad de los discentes, característica propia del cuadrante D, ya que es donde se encontró mayor debilidad. Y de manera general, que se empleen en el quehacer educativo estrategias cimentadas en las neurociencias, que refuercen el neuroaprendizaje tomando en cuenta lo establecido en relación a la utilización del cerebro en su totalidad, para de esta manera mejorar la comprensión de los aprendizajes. Lo señalado es respaldado por González (2021), en su tesis doctoral, donde propone y ejecuta una estrategia neurodidáctica en los alumnos de segundo año de bachillerato del sistema educativo ecuatoriano, estudio en el cual de manera similar a la presente investigación, se dividen a dos grupos de estudiantes, en experimental y control, para luego contrastar los datos obtenidos mediante una prueba de hipótesis, donde se deduce que una estrategia neurodidáctica ayuda a mejorar la comprensión del aprendizaje. En base a lo expresado, se puede revelar que es oportuno que los educadores indaguen sobre

la manera en la que el cerebro aprende y que se efectúen cambios de paradigmas en el ámbito educativo, buscando el beneficio dual de docentes y discentes con metodologías de carácter holístico e integral que potencien el cerebro en su totalidad.

También en la investigación, a manera de comparación sobre las estrategias neurodidácticas aplicadas a los grupos experimental y de control, se determinó que existen diferencias significativas respecto a las estrategias neurodidácticas empleadas por los docentes de matemática entre los alumnos de los paralelos “A” y “D” de Décimo Año de Educación General Básica, derivándose que el grupo experimental presenta resultados superiores al grupo de control, con una mediana que se ubica en el nivel de la escala de Likert “casi siempre”, frente al “nivel a veces”, respectivamente. Este resultado es corroborado por Méndez et al. (2020), quienes en su trabajo de investigación se enfoca en analizar la aplicación de metodologías neuroestimuladoras, mediante el uso de la matemagia; las cuales fueron comparadas paralelamente con las metodologías tradicionales en los alumnos de décimo nivel de 4 instituciones educativas fiscales del cantón Guayas, donde se evaluó el nivel emocional y el grado de entendimiento de los alumnos con las dos metodologías, mismas que al ser comparadas reflejaron que los alumnos a quienes se les explicó usando la matemagia, lograron mayor comprensión, ya que las clases fueron más divertidas y con mayor probabilidad de consolidación de aprendizajes en la memoria a largo plazo, por consiguiente se puede teorizar que la combinación del juego, diversión e ilusión, con los contenidos matemáticos, generan mayor atención, y en consecuencia se consigue en los estudiantes el gusto por aprender. A esto se suma Ramírez (2020), quien en su trabajo de maestría propone la creación de un manual que integre actividades neurodidácticas para aportar con una solución a la problemática ocasionada por las metodologías monótonas y la poca importancia de integrar las emociones en las prácticas educativas de los estudiantes de básica media del sistema ecuatoriano, obteniendo resultados favorables luego de su aplicación, con estudiantes más motivados, mayor interacción entre pares, reducción del temor a participar y un mejor clima de aula. Finalmente, lo revelado se ratifica con los aportes investigativos de Cedeño y Álvaro (2019), quienes en su estudio obtuvieron como resultado la necesidad existente de realizar modificaciones metodológicas en los entornos áulicos

de una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil, mediante la elaboración de una guía neurodidáctica para contrarrestar los efectos adversos de las estrategias tradicionales, proveyendo a los docentes de un manual pedagógico formativo y explicativo, con el propósito de cubrir las debilidades educativas institucionales.

Por tanto, los docentes son los llamados a modificar los viejos arquetipos educativos e incursionar en el ámbito de las neurociencias para llevarla a su praxis, considerando la importancia de activar la curiosidad en los alumnos, de manera que se genere una motivación que les permita centrar su atención y concentración para producir aprendizajes sostenibles y auténticos, dejando de lado el paradigma de centrar el éxito escolar en un puntaje y aprobar ciclos sin consolidar aprendizajes. De ahí la necesidad de definir al cerebro como la raíz del aprendizaje, mediante el uso de estrategias basadas en metodologías activas para la activación de las neuronas y el desarrollo de la inteligencia emocional, generando un clima de confianza basado en la empatía; solo entonces los entornos educativos se convertirán en escenarios holísticos de aprendizaje, adquiriendo un nuevo pensamiento sobre las prácticas educativas de calidad y el saber aplicar en el contexto aquello que se aprende.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

En cuanto a la aplicación de estrategias neurodidácticas, se evidenció que el grupo experimental dobla en porcentaje al grupo de control (89% frente a 33%), lo cual indica que de manera habitual en el aula de clase estas son aplicadas medianamente, aunque no se las identifique como tal, debido al insuficiente conocimiento de los docentes en cuanto neuroeducación. Lo cual expresa la necesidad de fortalecer las prácticas pedagógicas institucionales con la implementación de estrategias basadas en principios neuroeducativos, que significarían una experiencia de aprendizaje novedosa para responder a las exigencias del siglo XXI.

Los resultados reflejan que, en el proceso educativo institucional, los estudiantes de décimo año perciben un menor uso de las estrategias neurodidácticas metodológicas en comparación a las estrategias operacionales y socioemocionales. Motivo por el cual la labor docente en el área de matemática deber ser repensada en el aspecto metodológico, con estrategias activas que permitan la construcción del conocimiento, estimulando el desarrollo del pensamiento crítico, el análisis, la indagación, las habilidades sociales, la resolución de problemas del contexto mediante procesos lógicos y justificados.

En relación con el análisis general de las dominancias, el mayor porcentaje de los alumnos (37%) no percibe dominancia primaria alguna, hallazgo que puede ser derivado de su edad ya que ciertas funciones cerebrales no han alcanzado su maduración, sumado a los pocos estímulos que ayuden al desarrollo de las dominancias cerebrales en los cuadrantes en el ambiente educativo. Seguido de las dominancias simples (27%), dobles (17%) y múltiples (10% triples y 10%cuádruples), ordenadas de mayor a menor porcentaje, de donde se puede vislumbrar que son pocos los cerebros en los que los cuatro cuadrantes se desempeñan en el más alto

nivel. Además, se puede dilucidar que el mayor porcentaje de los alumnos (43%) tienen dominancia en el cuadrante B, caracterizado por secuencial, organizado y lógico.

En el análisis de las dominancias cerebrales por grupos, se encuentra que el grupo experimental posee resultados más homogéneos y de mayor valor promedio dentro del rango de dominancia secundaria en relación con las dominancias de todos los cuadrantes.

Se comprobó que las estrategias neurodidácticas se asocian con el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021. A partir de lo expuesto se corrobora que el aprendizaje se robustece cuando el docente embebe en sus prácticas pedagógicas elementos que guardan relación con principios neuroeducativos.

Se aprecia también que la asociación encontrada es significativa para los cuadrantes A, B y C con un nivel de correlación positiva moderada; mientras que en el cuadrante D, no se observa una relación significativa entre las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática, hecho que pone de manifiesto la necesidad de integrar estrategias en la labor docente que fortalezcan la creatividad de los discentes y de manera general el desarrollo del cerebro en su totalidad, respondiendo adecuadamente a los problemas o retos propuestos.

Se ratifica que existen diferencias significativas respecto a las estrategias neurodidácticas empleadas por los docentes de matemática entre los alumnos de los grupos experimental y de control, donde el grupo experimental es superior con una mediana que sobrepasa en un nivel de la escala de Likert al grupo de control.

Los resultados obtenidos son fiables ya que toman como base diversos análisis estadísticos, por cuanto plasma la realidad del proceso educativo en los décimos años de educación general básica a nivel de institución. Sin embargo, es importante que

las conclusiones sean consideradas como representativas de una muestra, más no trascendentes y tampoco generalizables a todos los entornos, pero si extrapolable a contextos similares, además hay que tomar en cuenta las limitaciones encontradas en el estudio por el factor de modalidad virtual debido a la pandemia por COVID 19, que lógicamente guardará grandes diferencias con una educación llevada a cabo de manera presencial.

Lo encontrado en el presente estudio, permite inferir que las actividades didácticas basadas en los aportes de las neurociencias conllevarían a mejorar las prácticas docentes, significándose en una nueva forma de enseñar; facultando la construcción de ambientes que favorezcan la construcción del conocimiento, la satisfacción de los estudiantes en relación con su aprendizaje, promover el desarrollo de la inteligencia emocional y un clima de aula adecuado para el aprendizaje. Provisto de diversas posibilidades pedagógicas que contribuyan a promover la curiosidad, activar la motivación y mejorar la actitud de los educandos frente a las matemáticas.

Se diseñó una guía de estrategias neurodidácticas que ayude al neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021. La cual cuenta con estrategias neurodidácticas, operacionales, metodológicas y socioemocionales; sus conceptualizaciones, ejemplos, usos y formas de aplicación; permitiendo así, orientar la labor docente en el aula de clase, con actividades prácticas que permitan potenciar en los discentes el pensamiento crítico, la autonomía, la inteligencia emocional y el aspecto social.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Realizar otras investigaciones de tipo cuasiexperimentales y longitudinales para de esa manera tener un análisis de mayor profundidad sobre el impacto de las estrategias neurodidácticas en el proceso educativo y de manera específica en el área de

matemática, tomando en consideración distintas variables que permitan obtener información valiosa que se signifiquen en aportes para lograr una educación de calidad.

Resultaría favorable extender este tipo de indagaciones a las demás áreas del conocimiento de la institución: ciencias naturales, ciencias sociales, lengua y literatura, inglés, educación artística y educación física, para que de esta manera cada área de disciplina pueda converger con aportes en la búsqueda de una educación integral y holística. Fortaleciendo las prácticas pedagógicas mediante el desarrollo de planificaciones horizontales y verticales basados en los principios de la neurociencia.

Con miras a optimizar esta investigación, a futuro se debería contemplar la eventualidad de aumentar el tamaño de la muestra para obtener una mayor representatividad, así como también realizarla en la modalidad presencial ya que por contexto de pandemia por COVID 19 los datos resultantes obedecen al entorno virtual.

Resultaría favorecedor el desarrollo de procesos de autoformación, capacitación e inducción de docentes, enfocados a la neuroeducación como una solución para resolver las problemáticas existentes en el quehacer educativo y de esta manera los educadores puedan desarrollar habilidades didácticas, buscando promover el aprendizaje activo, significativo y basado en la inteligencia emocional, desde luego haciendo hincapié en los tres tipos de estrategias neurodidácticas desarrollados en el presente proyecto de investigación. Bajo la conciencia de que naturalmente este cambio puede demorar debido a la resistencia existente a lo desconocido por parte de las instituciones y los actores de las mismas, pero su importancia se ampara en la firme visión de diversas investigaciones nacionales e internacionales que demuestran el impacto positivo de las neurociencias en la educación.

La Unidad Educativa “Bolívar” debería tomar como base los resultados del presente estudio, para implementar estrategias basadas en los principios neurodidácticos, buscando así desarrollar una educación diferenciada y basada en las potencialidades de los discentes.

Los resultados de este trabajo deben ser utilizados para estudios posteriores, donde se considera relevante continuar investigando diversas variables como el rendimiento académico, inteligencia emocional, motivación, sexo, evaluación, entre otras, para en base a ello prevenir o tomar acciones que optimicen los logros matemáticos a posterioridad y eludan el fracaso escolar en la asignatura.

## **VI. PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

### **6.1. TEMA**

“GUÍA DE ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS PARA AYUDAR AL NEUROAPRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA EN LOS ALUMNOS DE DÉCIMO AÑO DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA “BOLÍVAR” DE LA CIUDAD DE TULCÁN”

### **6.2. DATOS INFORMATIVOS:**

Nombre del Centro Educativo: Unidad Educativa “Bolívar”

Sostenimiento: Fiscal

Jornada: Matutina

Ubicación: Sucre y Argentina

Coordenadas: 0°49'17"N 77°42'16"O / 0.82138889, -77.70444444

Cantón: Tulcán

Provincia: Carchi

País: Ecuador

### **6.3. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

La investigación realizada sobre la asociación de las estrategias neurodidácticas con el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021, se evidencia la importancia de innovar la práctica docente

mediante actividades creativas, integrales y reflexivas, razón por la cual surge la necesidad de actualizar y apoyar el quehacer docente con el diseño de una guía de estrategias neurodidácticas.

#### **6.4. JUSTIFICACIÓN**

Transformar la práctica requiere que los docentes abandonen paradigmas tradicionalistas, dando apertura a nuevos espacios que consideren procesos de pensamiento, estados emocionales, sentimientos, entre otros aspectos que permitan el logro de aprendizajes para la vida. La presente propuesta se enfoca en el desempeño docente del área de Matemática, como una respuesta a los resultados del proyecto de titulación, mismos que mostraron la necesidad de fortalecer la labor pedagógica, mediante estrategias activas que potencien y conjuguen los distintos estilos de aprendizaje de los educandos.

Frente a lo expuesto, el diseño de una guía con estrategias neurodidácticas que ayuden al neuroaprendizaje de la Matemática, permitirá orientar al docente sobre los aspectos a considerarse para crear un clima de aula enriquecido con actividades prácticas que desarrollen el pensamiento crítico, autonomía, inteligencia emocional y el aspecto social, propiciando así un aprendizaje integral para resolver problemas de la vida cotidiana.

La guía propuesta contendrá recomendaciones metodológicas, contenidos pragmáticos, estrategias activas y cooperativas enmarcadas dentro de los principios de las neurociencias para innovar la labor docente, logrando así superar las dificultades cognitivas y socioemocionales.

## **6.5. OBJETIVOS**

### 6.5.1. Objetivo General

Diseñar una guía de estrategias neurodidácticas que ayude a los docentes en el neuroaprendizaje de la matemática de los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

### 6.5.2. Objetivos Específicos

1. Plantear estrategias prácticas que impliquen principios neurodidácticos para la motivación de los discentes.
2. Presentar herramientas web para la creación y publicación de contenidos didácticos que apoyen la labor docente innovadora.
3. Socializar la guía de estrategias neurodidácticas para el neuroaprendizaje de la matemática a los profesores pertenecientes a esta área del conocimiento de la Unidad Educativa “Bolívar”.

## **6.6. ASPECTOS TEÓRICOS**

La enseñanza activa y colaborativa pretende adecuar el entorno educativo de manera que este sea motivador y propicie el aprendizaje, estos aspectos constituyen el fundamento y propósito de esta propuesta. Asentándose en bases metodológicas, psicológicas y pedagógicas, mismas que se detallan a continuación.

### 6.6.1. Bases metodológicas

Se asienta en la teoría del conocimiento, que se despliega en la solución de un problema (Cedeño y Álvaro, 2019). Es así que las actividades que desarrollan los alumnos deben tener un significado, y aplicación en el contexto de manera que se apropien de la misma. Para el efecto, los educandos en base a sus bagajes previos enfrentarán decisiones apoyándose en reflexiones. Es importante también que el docente se centre en las potencialidades de cada discente.

Por su parte el método inductivo-deductivo aporta a la demostración de fórmulas matemáticas y al momento de desarrollar diferentes ejercicios. Estableciendo una regla general para luego aplicarla en la solución de nuevos ejercicios y problemas.

El método heurístico se enfoca en la investigación que realizan los estudiantes para resolver problemas del contexto mediante procesos matemáticos. Además, el método de modelación parte de la información de situaciones del contexto o mediciones, por medio de tablas o gráficas, permitiendo determinar modelos matemáticos aplicables a nuevas eventualidades.

Finalmente, el método socrático permite elaborar conceptos y construir el conocimiento a través de una lluvia de ideas, preguntas, respuestas, para ello pueden emplearse organizadores gráficos.

### 6.6.2. Bases psicológicas

Enfocada al proceso productivo del pensamiento creador (Barreno, 2009), lo cual implica el desarrollo de la introspección, donde el individuo se apropia de conceptos y procesos conocidos para cavilar los nuevos y emplearlos de manera significativa mediante acciones que potencien sus habilidades y competencias, disminuyendo los procedimientos netamente memorísticos.

Para esta propuesta han sido tomadas en cuenta las corrientes psicológicas: estructuralismo, psicoanálisis, humanismo.

En el estructuralismo de Wundt es de gran relevancia la relación entre cuerpo y mente por lo que se denota su interdependencia bajo un pensamiento monista (Rivas, 2017). Además, es precursor de la neurociencia de la conducta, donde se estudia la contribución de diversas disciplinas en el estudio de la función cerebral y sus estados de comportamiento y consciencia, ya sea de manera individual o colectiva.

El psicoanálisis de Freud se constituye como un modelo de comprensión del sujeto humano, es así que, permite desarrollar y obtener una visión integral de lo que implica la educación mediante procesos conscientes o inconscientes (Polanco-Carrasco y Barria, 2019). Buscando generar aportes que aborden el conflicto de las instancias psíquicas, las cuales pueden interrumpir o favorecer los procesos de enseñanza; además de su extrapolación en áreas inimaginables para la sociedad.

La corriente psicológica humanista Gestalt está centrada en el desarrollo de la persona, permitiéndole generar herramientas para la toma de conciencia en sí misma y facultando su proceso de autorrealización. Se fundamenta en las necesidades que tiene el individuo, considerando a las Gestalt como abiertas o cerradas, según hayan sido resueltas o no (García, 2019; Porras, 2020). La sensibilización Gestalt hace referencia a los bloqueos de conciencia, más no busca cambiar a las personas (García, 2019); es así que, se ocupa del bienestar integral del ser y su intercambio de energía con el ambiente mediante la autorregulación; favorece a la desestructuración de ideologías cerradas y poco funcionales, centrándose en potencialidades humanas como la creatividad, la espontaneidad, el amor, los valores, la autonomía, la responsabilidad, el juego limpio, la salud psicológica entre otras.

### 6.6.3. Bases pedagógicas

Fundamentada en la enseñanza activa, cuya esencia radica en el desarrollo integral de los discentes, dotando de capacidades cognoscitivas y habilidades para la vida. Es

decir, una educación que no solo se enfoque en la instrucción del individuo, sino en su formación, en el desarrollo de la autorregulación y en una enseñanza que impulse el aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y el aprender a vivir juntos (Batista et al., 2017), pilares básicos sustentados en la intensión social formativa, cimentados en la adquisición, actualización y uso de los conocimientos. Implicando nuevos desafíos, es el educar para crear, de manera que los valores, habilidades y elementos cognitivos afianzados, se movilicen para lograr una adecuada incorporación del sujeto a la sociedad, con las herramientas fundamentales para comprenderla y transformarla.

## **6.7. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD**

El diseño de la guía de estrategias neurodidácticas es viable en los aspectos: educativo, humano, tecnológico y financiero. Ya que se cuenta con el respaldo de las autoridades de la Unidad Educativa “Bolívar”, así como también la predisposición de los docentes y el acceso a los estudiantes de Décimo Año de Educación General Básica. Además, la propuesta del trabajo de investigación se ajusta a los principios pedagógicos de los instrumentos institucionales vigentes.

Los docentes de matemáticas requieren enfocar sus planificaciones a una práctica integral, despojándose de los paradigmas tradicionalistas, donde se conjuguen las emociones, el conocimiento, el autoconocimiento y las habilidades sociales, para la consecución de una educación para la vida.

## **6.8. MODELO OPERATIVO**

En la tabla 23 se presenta el modelo operativo de la propuesta de investigación.

**Tabla 23***Modelo operativo de la propuesta*

Actividades	Método	Involucrados	Tiempo	Responsables	Evaluación
Entrega de la Propuesta	Reunión	Director área de matemática.	1 hora	Maestrante	Entrega de la guía
Difusión	Reunión	Integrantes del área de matemática.	1 semana	Maestrante	Socialización de la guía

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

A continuación, en la tabla 24 se amplía la información sobre la etapa de difusión de la guía de estrategias neurodidácticas.

**Tabla 24***Difusión de la propuesta*

Etapas	Objetivos	Actividades	Recursos	Tiempo	Responsables	Resultados
Socialización	Concientizar a los profesores del área de matemática sobre el valor de la propuesta, para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.	Reunión con los siete integrantes del área de matemática de la Unidad educativa “Bolívar”.	Guía neurodidáctica Computador Documentos y páginas web de apoyo Acta y registro de socialización	Segunda semana de febrero	Investigadora	Predisposición por parte de los docentes para trabajar con la guía.
Ejecución	Ejecutar la propuesta de investigación.	Uso de la guía neurodidáctica en el proceso de enseñanza y aprendizaje.	Guía neurodidáctica Computador Documentos y páginas web de apoyo Planificaciones de unidad didáctica.	Segundo trimestre del año lectivo 2021-2022	Docentes del área de matemática	Aplicación de las estrategias neurodidácticas en el aula de clase.
Evaluación	Evaluar el desarrollo y aplicación de la guía.	Seguimiento a los estudiantes. Evaluar el empleo de las estrategias neurodidácticas. Análisis de los resultados. Emitir juicios de valor, para la elaboración de un plan de mejora del área.	Instrumento de evaluación. Acta de reunión de área. Informe de resultados. Registro de calificaciones.	Segundo trimestre del año lectivo 2021-2022	Docentes del área de matemática	Motivación y actitud innovadora. Resignificación del proceso educativo. Mejora de promedios.

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

## 6.9. ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA

### 6.9.1. Guía didáctica

La guía didáctica se instituye en un medio de apoyo para la gestión docente y el proceso formativo de los educandos, proveyendo de distintos estímulos y recursos que permitan afianzar destrezas, competencias, conocimientos adaptables al contexto y habilidades para la vida.

Las guías didácticas son un complemento educativo debidamente estructurado y sistematizada, cuyo objeto es brindar apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Cedeño y Álvaro, 2019). La presente guía responde a las interrogantes ¿qué es la neurodidáctica?, ¿cómo potencia el cerebro en su totalidad?, ¿cómo establecer las dominancias cerebrales?, ¿cómo establecer el perfil de aprendizaje y estilos de pensamiento de los discentes? ¿cuáles son las estrategias neurodidácticas?, ¿cómo emplear las estrategias neurodidácticas?, ¿cuáles son los recursos tecnológicos web que apoyan al proceso educativo?, ¿cómo evaluar el proceso de aprendizaje?, ¿cuáles son los intereses de los estudiantes?, ¿cómo desarrollar un aprendizaje activo?

La presente guía didáctica, está provista de estrategias neurodidácticas útiles para el docente, constituyéndose en una herramienta para guiar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Misma que se encuentra en el Anexo 7, dándose cumplimiento al objetivo general de la propuesta de la presente investigación el cual refiere al diseño de una guía de estrategias neurodidácticas que ayude a los docentes en el neuroaprendizaje de la matemática de los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021.

#### 6.9.1.1 Estructura de la guía neurodidáctica:

Se ha diseñado una estructura de la guía didáctica que sintetice de manera general aspectos esenciales sobre la manera en la que aprende el cerebro, así como también contiene descripciones de las estrategias neurodidácticas operativas (página 15 de la guía neurodidáctica), metodológicas (página 21 de la guía neurodidáctica) y socioemocionales (página 37 de la guía neurodidáctica), recomendaciones para su empleo y la presentación de ejemplificaciones para facilitar su comprensión, planificación y aplicación dando cumplimiento al objetivo específico que versa sobre plantear estrategias prácticas que impliquen principios neurodidácticos para la motivación de los discentes.

Además, presenta un enfoque innovador y tecnológico al incluir herramientas digitales web para la creación, almacenamiento, distribución, interacción y presentación de contenidos para la enseñanza activa. Estas herramientas se encuentran dentro de las estrategias neurodidácticas metodológicas relacionadas a las Tic's (página 28 de la guía neurodidáctica), evidenciando el cumplimiento del objetivo específico relacionado a la presentación de herramientas web para la creación y publicación de contenidos didácticos que apoyen la labor docente innovadora.

A continuación, se detalla la estructura de la guía neurodidáctica diseñada:

1. Introducción
2. Neurodidáctica
3. Teoría del cerebro total
- 3.1. Diagnóstico teoría cerebro total
4. Estrategias neurodidácticas aplicadas a la matemática
- 4.1. Estrategias neurodidácticas operativas
- 4.1.1. Organizadores previos
- 4.1.2. Mnemotécnica
- 4.1.3. Mayéutica
- 4.2. Estrategias neurodidácticas metodológicas

- 4.2.1. Mapas mentales
- 4.2.2. Mapas conceptuales
- 4.2.3. Mategrama
- 4.2.4. Tic's
- 4.3. Estrategias neurodidácticas socioemocionales
  - 4.3.1. Trabajo entre pares
  - 4.3.2. Reflexiva
  - 4.3.3. Relajación y sensibilización
  - 4.3.4. Retroalimentación
- 5. Siete pasos para la consolidación de la información en la memoria de largo plazo por Roberto Rosler.
- 6. Conclusión
- 7. Referencias bibliográficas

## **6.10. PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA**

La ejecución de la presente propuesta está financiada con recursos del investigador y del área de matemática de la Unidad Educativa "Bolívar."

## **6.11. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA**

Se prevé que la presente propuesta alcanzará los objetivos planteados, por cuanto el proceso de investigación sugiere un cambio en el desempeño docente a través de la socialización de los principios neurodidácticos inmersos en las estrategias operacionales, metodológicas y socioemocionales; además de recursos y técnicas de enseñanza, despertando el interés y la creatividad de los actores educativos en el tercer nivel de concreción curricular.

La socialización de la propuesta es de responsabilidad de la investigadora y se proyecta como una acción futura relacionada al objetivo específico: socializar la guía de estrategias neurodidácticas para el neuroaprendizaje de la matemática a los profesores pertenecientes a esta área del conocimiento de la Unidad Educativa “Bolívar”. La supervisión de la misma tendrá a consideración los siguientes aspectos:

**Tabla 25**

*Previsión de la evaluación de la propuesta*

Preguntas	Explicación
¿A quién?	Estudiantes
¿Por qué?	Comprobar el impacto de la propuesta
¿Para qué?	Validar
¿Qué?	Guía de estrategias neurodidácticas
¿Quién?	Investigadora
¿Cuándo?	Año lectivo 2021-2022
¿Cómo?	Encuesta
¿Con qué?	Cuestionario
¿En dónde?	Unidad Educativa “Bolívar”
Indicadores	Se encuentran descritos en la tabla 4 y tabla 5 para las variables independiente y dependiente respectivamente.

*Nota.* Datos de la investigación, (2021)

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J. (2020). La pedagogía de la ternura: La educación del corazón mediante la afectividad. *Metrópolis*, 1, 1-18.  
<https://metropolis.metrouni.us/index.php/metropolis/article/view/4>
- Andrés, M., Stelzer, F., Vernucci, S., Canet, L., Galli, J. y Navarro, I. (2017). Regulación emocional y habilidades académicas: relación en niños de 9 a 11 años de edad. *Suma Psicológica*, 24(2), 79-86.  
<https://doi.org/10.1016/j.sumpsi.2017.07.001>
- Batista, N., Guijarro, R., Guevara, J. y Dávalos, P. (2017). Competencia de emprendimiento como sustento de la formación integral e inserción social del estudiante. *Revista Órbita Pedagógica*, 4(3), 1-12.  
<http://refcale.ulead.edu.ec/index.php/enrevista/article/view/2339/1270>
- Barrera, M. y Donolo, D. (2009). Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaje. *Revista Digital Universitaria*, 10(4), 1-18.  
<https://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art20/int20.htm>
- Barreno, S. (2009). *La guía didáctica de matemática para el mejoramiento del desempeño docente en el bachillerato en ciencias del Colegio Nacional Experimental Ambato* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2583>
- Bautista-Díaz, M., Victoria-Rodríguez, E., Vargas-Estrella, L. y Hernández-Chamosa, C. (2020). Pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas: su clasificación, objetivos y características. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de*

*Hidalgo*, 9(17), 78-81.

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/6293/7619>

Bernabéu, E. (2017). La atención y la memoria como claves del proceso de aprendizaje: aplicaciones para el entorno escolar. *ReiDoCrea*, 6(2), 16-23. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/47141>

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3.ª ed.). Pearson Educación de Colombia Ltda

Blythe, P., Fensom, J., Forrest, J. y Waldman, P. (2015). *Estudios matemáticos nivel medio*. Oxford University Press

Boscán, A. (2011). *Modelo didáctico basado en las neurociencias para la enseñanza de las ciencias naturales* [Tesis de doctorado, Universidad Rafael Belloso Chasín]. Archivo digital. <https://es.slideshare.net/boscanandrade/estrategias-neurodidacticas>

Briones, G. y Benavides, J. (2021). Estrategias neurodidácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje de educación básica. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 6(1), 56-64.

Bueno, D. y Forés, A. (2018). 5 principios de la neuroeducación que la familia debería saber y poner en práctica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78(1), 13-25.

Caballero, M. (2017). *Neuroeducación de profesores y para profesores: de profesor a maestro de cabecera*. Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S.A.)

Caqueo-Urizar, A., Mena-Chamorro, P., Flores, J., Narea, M. y Irarrázaval, M. (2020). Problemas de regulación emocional y salud mental en adolescentes del norte

de Chile. *Terapia psicológica*, 38(2), 203-222. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48082020000200203>

Cárdenas-Contreras, G. (2021). El mapa conceptual como estrategia pedagógica en el aprendizaje de conceptos disciplinares de Economía. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 11(1), 74-79. <https://doi.org/10.37843/rted.v11i1.194>

Carminati, M. y Waipan, L. (2012). *Integrando la neuroeducación al aula*. Bonum.

Casafont, R. (2017). *Educarnos para educar*. Paidós

Cedeño, D. y Álvaro M. (2019). *Neurodidáctica en el proceso de enseñanza aprendizaje guía didáctica* [Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/41062>

Cifuentes, E. (2017). *La influencia de la inteligencia emocional en el rendimiento matemático de alumnos de educación secundaria. aplicación de un programa de intervención psicopedagógica de educación emocional* [Tesis de doctorado, Universidad Camilo José Cela]. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=129781>

Cifuentes, M. (2017). *La influencia de la inteligencia emocional en el rendimiento matemático de alumnos de educación secundaria. aplicación de un programa de intervención psicopedagógica de educación emocional* [Tesis de doctorado, Universidad Camilo José Cela]. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=129781>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. [http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/replantear\\_la\\_educacion\\_hacia\\_un\\_bien\\_comun\\_mundial/](http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/replantear_la_educacion_hacia_un_bien_comun_mundial/)

- D'Addario, M. (2019). *Educación y Neurociencia: Tratados, análisis, neuroaula y ejercicios*. KDP
- Delgado, K., Gadea, W. y Vera-Quiñonez, S. (2017). *Rompiendo Barreras en la Investigación*. Editorial UTMACH.
- Díaz, B. (2017). *La escuela tradicional y la escuela nueva: "Análisis desde la pedagogía crítica"* [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio UPN Ajusco. <http://digitalacademico.ajusco.upn.mx:8080/jspui/handle/123456789/30091>
- Díaz, G. (2020). Perfil de dominancia cerebral de estudiantes de ciencias económicas y empresariales de la Universidad Rafael Landívar. *Revista académica ECO*, (22), 41-55. <http://www.revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/race/article/view/1342>
- Espinoza, E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa: segunda parte. *Revista Conrado*, 15(69), 171-180. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/814>
- Espinoza, L. (2020). *Violencia en la relación pedagógica en la educación media superior entre la visión humanista de Alice Miller y la ecología sistémica de Urie Bronfenbrenner* [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma Del Estado De México]. Repositorio de la Universidad Autónoma Del Estado De México. [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/110082/TESIS+versi%C3%B3n+final\\_SIN+DEDICATORIAS.pdf?sequence=1](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/110082/TESIS+versi%C3%B3n+final_SIN+DEDICATORIAS.pdf?sequence=1)
- Estrada, M., Monferrer, D. y Moliner, M. (2017). Relación entre los estilos de aprendizaje según el modelo de cerebro total y la inteligencia emocional. *XXIX Congreso de Marketing AEMARK*, (29), 1471-1482. <https://idus.us.es/handle/11441/78134>

- Falco, M. y Kuz, A. (2016). Comprendiendo el Aprendizaje a través de las Neurociencias, con el entrelazado de las TICs en Educación. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, (17), 43-51. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/54200>
- Falconi, A., Alajo, A., Cueva, M., Mendoza, R., Ramírez, S. y Palma, E. (2017). Las neurociencias: una visión de su aplicación en la educación. *Revista Órbita Pedagógica*, 4(1), 61-74. <http://education.esp.macam.ac.il/article/1742>
- Ferrer, K., Molero, L., Leal, A., Añez, O., Araque, M. y Ávila, A. (2019). Influencia de la Neuroeducación en el rendimiento académico de estudiantes universitarios del área Química. *Educere*, (78), 223 – 236. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/356/35663284004/html/index.html>
- Gamboa, M. (2018). Estadística aplicada a la investigación educativa. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2(5), 1-32. <https://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/427>
- García, C. (2019). *Inteligencia emocional en adolescentes de nivel secundaria: un proceso de psicoterapia humanista* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez]. Biblioteca Virtual – BIVIR. <http://148.210.21.138/handle/20.500.11961/5260>
- García-Ramírez, Y. (2019). Estilos de aprendizaje en estudiantes de Ingeniería Civil en Ecuador. *Revista espacios*, 40(39), 22-40. [https://www.researchgate.net/publication/337167335\\_Estilos\\_de\\_aprendizaje\\_en\\_estudiantes\\_de\\_Ingenieria\\_Civil\\_en\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/337167335_Estilos_de_aprendizaje_en_estudiantes_de_Ingenieria_Civil_en_Ecuador)
- Giraldo, J., Ibarquén, F. y Menacho, I. (2020). Trabajo cooperativo y aprendizaje significativo en Matemática en estudiantes universitarios de Lima. *Revista do*

*Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Ceará*, 5(3), 1-13. <https://doi.org/10.25053/redufor.v5i15set/dez.3079>

Gómez, F. (2016). *Uso de los video juegos en el tiempo de ocio y la Educación Física de los escolares adolescentes de la Comunidad Valenciana* [Tesis de doctorado, Universidad de Valencia]. Repositori de Contingut LLuire. <https://roderic.uv.es/handle/10550/56515>

González, J. (2021). *Estrategia neurodidáctica en la comprensión del aprendizaje en estudiantes de segundo bachillerato, Unidad Educativa Dr. Teodoro Alvarado Olea, Guayaquil – 2020* [Tesis de doctorado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54111>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hurtado, A. y Hurtado, C. (2015). *La toma de decisiones en investigación educativa con SPSS*. Qartuppi, S. de R.L. de C.V.

Ibáñez, A., García, P. y Arévalo, F. (2018, del 25 al 26 de mayo). Un diseño experimental para la mejora de la comprensión lectora y del pensamiento matemático con criterios neuroeducativos [I Congreso Internacional de Neuroeducación]. *Dialogando y compartiendo miradas para mejorar la educación*, Barcelona, España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6586884>

Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2018). *Educación en Ecuador: resultados de PISA para el desarrollo*. <http://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/resultados-pisa/>

Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2019). *Informe de resultados: Ser bachiller año lectivo 2018-2019*.  
<http://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/instituciones/>

Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2020). *Informe de resultados provincial: Examen de grado Año lectivo 2019-2020*.  
<http://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/provincias/>

Instituto Superior de Estudios Psicológicos [ISEP]. (2018). *¿Qué es la neuroeducación?*.  
<https://www.isep.es/actualidad-neurociencias/que-es-la-neuroeducacion/>

Jensen, E. (2010). *Cerebro y aprendizaje: Competencias e implicaciones educativas*.  
NARCEA, S.A.

Jiménez, C. (2006). Instrumento sobre dominancia cerebral: diagnóstico teoría del cerebro total.  
<https://www.studocu.com/en-us/document/the-university-of-texas-at-arlington/abnormal-psychology/instrumento-sobre-dominancia-cerebral/4184308>

Jiménez, I., López, M. y Herrera, D. (2019). La neurociencia en la formación inicial de docentes. *Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos*, 15(67), 241-249.  
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/974>

Ley Orgánica De Educación Intercultural reformada. (2021, 19 de abril). Asamblea Nacional. Registro Oficial 434 Primer Suplemento.  
[http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2021/04abril/A2/A NEXOS/PROCU\\_LOEI.pdf](http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2021/04abril/A2/A NEXOS/PROCU_LOEI.pdf)

Manterola, C., Quiroz, G., Salazar, P. y García, N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica.

*Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(1), 36-49.  
<https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.11.005>

Martínez, A. y Campos, W. (2015). Correlación entre Actividades de Interacción Social Registradas con Nuevas Tecnologías y el grado de Aislamiento Social en los Adultos Mayores. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 36(3), 181-191.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmib/v36n3/v36n3a4.pdf>

Méndez, M., Alcívar, J., Lozada, A., Mantuano, J. y Paredes, C. (2020). Aplicación de la Metodología Neuroestimuladora en la Enseñanza de las Matemáticas. *European Scientific Journal*, 16(22), 52-77.  
<https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n22p52>

Ministerio de Educación. (2016). *Currículo de los niveles de educación obligatoria*.  
<https://educacion.gob.ec/curriculo/>

Molina, M. (2017). ¿Qué significa realmente el valor de p?. *Revista Pediatría Atención Primaria*, 19(76), 377-381. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1139-76322017000500014&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1139-76322017000500014&script=sci_arttext&tlng=pt)

Mora, F. (2017). *Neuroeducación, solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial S.A.

Moreano, L. (2020). *Diseño de una estrategia Neuro-didáctica para la comprensión lectora en la resolución de situaciones problemáticas en el aula de Matemáticas dirigida a estudiantes de ciclo 3 del colegio Marsella IED-J.M* [Tesis de maestría, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/18011>

Mujica, F. (2018). Educar y suscitar emociones en la educación: análisis crítico de su contribución al desarrollo moral. *Revista de la Facultad de Educación de*

Albacete, 33(2), 15-27.  
<https://revista.uclm.es/index.php/ensayos/article/view/1540>

Ochoa, R., Nava, N. y Fusil, D. (2020). Comprensión epistemológica del tesista sobre investigaciones cuantitativas, cualitativas y mixtas. *Revista Científica Electrónica de Ciencias Humanas*, (45), 13-22.  
<http://www.revistaorbis.org/html/47/art2.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2015). *Replantear la educación*.  
[http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/replantear\\_la\\_educacion\\_hacia\\_un\\_bien\\_comun\\_mundial/](http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/replantear_la_educacion_hacia_un_bien_comun_mundial/)

Ortiz, A. (2015). *Neuroeducación: ¿Cómo aprende el cerebro humano y cómo deberían enseñar los docentes?*. Ediciones de la U

Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y Educación*. Alianza Editorial S.A.

Oviedo, C. y Campo, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580.  
<https://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf>

Palella, S. (2012). *Metodología de Investigación Cuantitativa*. Fedupel.

Paniagua, M. (2013). Neurodidáctica: una nueva forma de hacer educación. *Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 6(6), 72-77.  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2013000100009&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2013000100009&script=sci_abstract)

Pazán, J., Pullas, P., Núñez, C. y Zamora-Sánchez, R. (2017). Estilo de aprendizaje visual: una estrategia educativa para el desarrollo de la memoria a largo plazo.

*Revista de Estilos de Aprendizaje*, 10(20), 240-261.  
<https://revista.ieee.es/index.php/estilosdeaprendizaje/article/view/1064>

Perez, G., Vargas, S. y Jerez, J. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. *Revista Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 18(34), 149-166.  
<https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2018.1/a10>.

Polanco-Carrasco, R. y Barria, N. (2019). Entre el aula y el diván; Una mirada exploratoria a la influencia del psicoanálisis en la educación latinoamericana. *Revista Psicologia e Educação On-Line*, 2(1), 19-25.  
<http://psicologiaeeducacao.ubi.pt/Ficheiros/ArtigosOnLine/2019N1/3-%20V2N1online2019.pdf>

Porrás, I. (2020). *Propuesta de intervención grupal basada en técnicas humanistas, dirigida a equipos interdisciplinarios y docentes, para sensibilizar sobre el autoconcepto en estudiantes que asisten a aula edad en escuelas pertenecientes a la dirección regional de educación especial del MEP en desamparados* [Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica]. Repositorio institucional de la Universidad de Costa Rica.  
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/81730>

Ramírez, H. (2020). *Implicación de la neurociencia en el proceso de enseñanza aprendizaje* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Ecuador]. Archivo digital. [https://issuu.com/pucesd/docs/hrramirezc\\_\\_2020\\_\\_01](https://issuu.com/pucesd/docs/hrramirezc__2020__01)

Ramos-Galarza, C., Jadán-Guerrero, J., Paredes-Núñez, L., Bolaños-Paspuel M., Santillán-Marroquín, W. y Pérez-Salas, C. (2017). Funciones ejecutivas y conducta de estudiantes secundarios ecuatorianos. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 18(6), 32-40. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=75762>

- Reglamento a la Ley Orgánica de Educación Intercultural. (2015, 25 de noviembre). Asamblea Nacional. Suplemento del Registro Oficial No. 635. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Reglamento-General-a-la-Ley-OrgAnica-de-Educacion-Intercultural.pdf>
- Rigo, D., Barrera, M. y Travaglia, P. (2017). Diseñar la clase: aportes desde las neurociencias y la psicología educacional. *Revista Psicopedagogía*, 34(105), 268-75. <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v34n105/04.pdf>
- Ríos, R. (2017). *Metodología para la investigación y redacción*. Servicios Académicos Intercontinentales S.L. <http://www.eumed.net/libros/libro.php?id=1662>
- Rivas, A. (2017). *El método socio histórico de comprensión de la teoría social de Wilhelm Wundt sobre neurociencia de la conducta*. Ediciones Universidad de Carabobo.
- Rivasplata, N. (2020). *Plasticidad cerebral en infantes de cinco años* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Tumbes]. Repositorio Principal UNTumbes. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/1987>
- Rodríguez, A. y Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN*, (82), 1-26. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Rueda, M. y Paz-Alonso, P. (2013). *Enciclopedia sobre el desarrollo de la primera infancia*. SKC-ECD. <https://www.encyclopedia-infantes.com>
- Salazar, C y Del Castillo, S. (2018). Fundamentos básicos de estadística. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13720>
- Sánchez, C. (2018). *Efectos del sueño sobre las dinámicas de consolidación de la memoria implícita y la memoria explícita* [Tesis de maestría, Universidad

Nacional de Colombia]. Repositorio universidad nacional de Colombia.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/68869>

Sánchez, M. y Pirela, L. (2017). Efecto de una intervención psicológica en la felicidad de estudiantes universitarios. *Omnia*, 23(3), 76-94.  
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/omnia/article/view/23327>

Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de creación de oportunidades 2021-2025*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025>

Silva, A., Mendoza, J. y Girado, A. (2008). Prevención del consumo de sustancias psicoactivas. Un aporte desde la neurociencia y el aprendizaje basado en proyectos ABP. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78(1), 107-126.  
<https://rieoei.org/RIE/article/view/3214>

Silva, L. (2018). *La Teoría de María Montessori y su aporte a los niños con discapacidad intelectual* [ Monografía de pregrado, Universidad Nacional de Educación]. Repositorio institucional Universidad Nacional de Educación.  
<https://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/2975>

Tacca, D., Tacca, A. y Alva, M. (2019). Estrategias neurodidácticas, satisfacción y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 10(2), 15-32.  
<https://doi.org/10.18861/cied.2019.10.2.2905>

Tuapanta, J., Duque, M. y Mena, A. (2017). Alfa de Cronbach para validar un Cuestionario de uso de TIC en Docentes Universitarios. *Revista mktDescubre - ESPOCH FADE*, (10), 37 – 48.  
<http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/9807>

- Usán, P. y Salavera, C. (2018). Motivación escolar, inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de educación secundaria obligatoria. *Actualidades en Psicología*, 32(125), 95-112. <https://doi.org/10.15517/ap.v32i125.32123>
- Valdés, H. (s.f.). *Introducción a la neurociencia. Asociación educar para el desarrollo humano: capacitación docente en neurociencias*. <https://asociacioneducar.com/monografias-neurociencias-educacion>
- Velásquez, B., Remolina, N. y Calle, M. (2007). Determinación del perfil de dominancia cerebral o formas de pensamiento de los estudiantes de primer semestre del programa de bacteriología y laboratorio clínico de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. *NOVA*, 5(7), 48-56. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/373>
- Yarlequé, L., Navarro, L., Nuñez, E., Padilla, M. y Alvarez, G. (2018). Perfil de dominancia cerebral en ingresantes a la universidad de Huancayo. *Horizonte de la Ciencia*, 8(15), 121-132. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2018.15.458>

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de la sustentación de la predefensa del informe de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
UNIDAD DE TITULACIÓN DE POSTGRADO  
Maestría en Educación Básica



#### Acta de la sustentación de la predefensa del informe de investigación

Código UPEC-P13-002-01-ATD1; Versión: 01; 30 de noviembre 2020

**Estudiante:** Andrea Jessica Ramos Durán **Cédula de identidad:** 1804160040

Tribunal designado por la dirección de este Programa de Postgrado, conformado por:

**Docente examinador presidente:** MSc. Juan Carlos López

**Docente examinador tutor:** Msc. Cesar Enríquez

**Docente examinador:** PhD. Félix Paguay

**Fecha:** 21/12/2021

**Lugar:** virtual

**Hora:** 8h00

#### Art. 23.- De la aprobación de la pre-defensa del informe de investigación.-

El estudiante deberá obtener la nota mínima de 7/10.

#### Obteniendo las siguientes notas:

1)Sustentación de la predefensa:	6,63
2) Trabajo escrito	2,90

**NOTA FINAL DE PREDEFENSA: 9,53**

Por lo tanto: **APRUEBA**

Art. 35.- De los estudiantes que aprueban el informe del trabajo de titulación con observaciones.

Art. 36.- De la no presentación a la predefensa del trabajo de titulación.

Para constancia del presente firman:

  
Firmado electrónicamente por:  
**JUAN CARLOS  
LOPEZ RUANO**  
MSc. Juan Carlos López  
**Docente examinador presidente:**

  
Firmado electrónicamente por:  
**CESAR ARMANDO  
ENRIQUEZ  
MONTENEGRO**  
Msc. Cesar Enríquez  
**Docente examinador tutor:**

  
Firmado electrónicamente por:  
**FELIX WILMER  
PAGUAY CHAVEZ**  
PhD. Felix Paguay  
**Docente examinador:**

## Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



### UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

#### Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

**Autor:** Andrea Jessica Ramos Duràn

**Fecha de recepción del abstract:** 16 de enero de 2022

**Fecha de entrega del informe:** 16 de enero de 2022

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

#### **Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9 por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



firmado electrónicamente por:  
EDISON BOANERGES  
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN

**Anexo 3.** Instrumento de recolección de datos para la variable independiente: estrategias neurodidácticas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN BÁSICA**

**CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS**

**DIRIGIDO A:** Estudiantes de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Bolívar.

**OBJETIVO:** Determinar las estrategias neurodidácticas que emplean los docentes de matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Bolívar” de la ciudad de Tulcán para el conocimiento de la aplicación de los principios neuroeducativos.

**INSTRUCCIONES PARA EL LLENADO DEL CUESTIONARIO**

Estimado Estudiante: lea atentamente cada pregunta, valore y elija la respuesta que mejor se describa acerca de las estrategias neurodidácticas que emplea el docente durante el proceso de aprendizaje de la **matemática** en su institución educativa. Por favor exprese la opinión que le merece marcando en cada ítem solo una de las alternativas y coloque una (X) en cualquiera de las 5 posibles alternativas, considerando que:

**1 = Nunca 2 = Casi nunca 3 = A veces 4=Casi Siempre 5=Siempre**

Nº	Indicador	Ítems	ALTERNATIVAS				
			1	2	3	4	5
<b>DIMENSIÓN: Estrategias neurodidácticas operacionales</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Organizadores previos	¿El docente realiza reflexiones con las experiencias previas de los/las estudiantes?					
2	Mnemotécnica	¿El docente utiliza en sus clases elementos como colores, imágenes y códigos que le facilitan recordar?					
3		¿El docente brinda pautas que le facilitan expresar matemáticamente un enunciado verbal?					
4	Mayéutica y dialéctica	¿En el desarrollo de la clase, el docente realiza preguntas que le invitan a la reflexión?					
5		¿Durante la resolución de un problema, el docente proporciona pautas que le permiten organizar y plantear sus ideas para llegar a una solución?					
<b>DIMENSIÓN: Estrategias neurodidácticas metodológicas</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
6	Mapas mentales	¿En el desarrollo de la clase, el docente realiza esquemas o gráficos en base a las ideas que surgen de sus opiniones y la de sus compañeros con relación a un concepto matemático?					
7		¿El docente representa problemas matemáticos de manera gráfica?					
8	Mapas conceptuales	¿En el desarrollo de la clase, el docente utiliza mapas conceptuales para resumir procesos o conceptos matemáticos?					
9	Ciencigramas	¿En el proceso educativo, el docente emplea crucigramas, los cuales le invitan a la indagación y reflexión de lo aprendido?					
10	Tic's	¿El docente utiliza recursos tecnológicos novedosos como medio de interacción durante y después de clases?					
11		¿En el desarrollo de la clase, el docente emplea y sugiere el uso de simuladores u otras aplicaciones para la obtención de gráficas y procesos matemáticos?					

12	Activas indagatorias	e ¿En el desarrollo de la clase el docente emplea o sugiere objetos manipulables y sobre ellos se construyen los nuevos aprendizajes? ¿El docente propone actividades que requieren de análisis e investigación para la consecución de un propósito? ¿Resuelve problemas de su vida diaria utilizando los aprendizajes matemáticos?						
13								
14								
15	Procesos	En el desarrollo de algoritmos matemáticos, justifica la operación de cada paso.						
			<b>DIMENSIÓN: Estrategias neurodidácticas socioemocionales</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
16	Trabajo entre pares	¿El docente propone actividades grupales, donde se requiere de trabajo cooperativo para encontrar la solución de un problema o elaborar un producto?						
17		¿El docente propone actividades de participación grupal, donde usted puede exponer sin ninguna dificultad su criterio?						
18	Reflexiva	¿El docente genera espacios donde usted puede aplicar sus conocimientos matemáticos adquiridos en la vida real?						
19		¿El docente propone actividades donde usted debe desarrollar su creatividad para la presentación de contenidos?						
20	Relajación y sensibilización	¿Las clases se desarrollan dentro de un clima de participación positiva?						
21		¿Ha sentido temor de preguntar al profesor, sobre un tema no comprendido?						
22	Retroalimentación	¿El docente refuerza las temáticas de clase?						
23		¿El docente constantemente en el desarrollo de las clases relaciona los conocimientos anteriores de la asignatura con los nuevos?						

**Anexo 4.** Instrumento de recolección de datos para la variable dependiente: neuroaprendizaje.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN BÁSICA**

**CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE:  
NEUROAPRENDIZAJE**

En el presente instrumento de medida fue el elaborado por Jiménez (2006) que tiene su antecedente inmediato en el *Herrmann Brain Dominance Instrument* (HBDI), instrumento de papel y lápiz elaborado por Herrmann (1989), ampliamente utilizado por su autor en muestras norteamericanas, y elemento clave en la conformación de su Modelo del Cerebro Total.

**DIAGNÓSTICO TEORÍA CEREBRO TOTAL**

**Perfil Personal de Estilo de Pensamiento. Teoría del Cerebro Total**

**Prueba diseñada por Carlos Alberto Jiménez V. Con base en lineamientos teóricos de Herrmann, Bolívar y Gardié**

El siguiente instrumento permite identificar el estilo preferencial del uso del pensamiento o de la forma como cada persona procesa información en el cerebro. No hay respuestas correctas o incorrectas sino preferencias y expectativas personales en cada uno de los aspectos que componen esta prueba. Este instrumento fuera de determinar las dominancias cerebrales también permite el análisis del perfil profesional que debe tener una carrera, como también sus desempeños laborales. También puede servir como mecanismo de diagnóstico en entrevistas a nivel laboral o estudiantil.

**INSTRUCCIONES:**

Elabore un proceso de auto-evaluación, de cada uno de los aspectos o actividades que aparecen a continuación de acuerdo con su desempeño. Utilice una escala numérica de 1 a 5 (ponga el número en el cuadro).

Lo que **HAGO MEJOR: 5**. Lo que **HAGO BIEN: 4**. Lo que **HAGO REGULAR: 3**. Lo que **MENOS BIEN: 2**. Lo que **HAGO PEOR: 1**.

NOTA: Del grado de sinceridad depende la objetividad de esta prueba.

**CUADRANTE A SUPERIOR IZQUIERDO CEREBRAL**

1. Tengo Habilidades específicas en el campo de las matemáticas y las ciencias \_\_\_\_\_
2. Pienso que la mejor forma de resolver un problema es siendo analítico \_\_\_\_\_
3. Me inclino hacia la crítica en todos los asuntos. \_\_\_\_\_
4. Tengo habilidades para solucionar problemas complejos de manera lógica. \_\_\_\_\_
5. Antes de tomar algo como verdadero, lo compruebo, e indago otras fuentes. \_\_\_\_\_
6. Tengo capacidad de comprender, y manipular números y estadísticas de acuerdo con un fin. \_\_\_\_\_
7. Me gusta solucionar problemas inclinándome a conocerlos y buscar mediciones exactas. \_\_\_\_\_
8. Tengo la capacidad frente a los problemas de razonar en forma deductiva, a partir de alguna teoría. \_\_\_\_\_
9. Descompongo ante un problema las ideas, y las relaciono con la totalidad. \_\_\_\_\_
10. Seleccione alternativas sobre la base de la racionalidad y la inteligencia, en oposición al instinto, a la emoción. \_\_\_\_\_

**CUADRANTE B INFERIOR IZQUIERDO LÍMBICO**

1. La planificación y la organización son prioritarias en mis actividades \_\_\_\_\_
2. Es importante para mí tener un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. \_\_\_\_\_
3. Acostumbro a escuchar las opiniones de los demás y hacer aclaraciones \_\_\_\_\_

4. Prefiero las instrucciones específicas en lugar de aquellas generales que dejan muchos detalles opcionales. \_\_\_\_
5. Pongo mucha atención en los pequeños detalles o partes de un proyecto. \_\_\_\_
6. Tengo capacidad de control y dominio de mis emociones, cuando elaboro un plan o proyecto. \_\_\_\_
7. Pienso que trabajar con un método paso a paso es la mejor manera de resolver mi problema. \_\_\_\_
8. Tengo habilidades específicas en el manejo de auditorio o hablar en público. \_\_\_\_
9. Formulo métodos o medios para alcanzar un fin deseado, antes de pasar a la acción. \_\_\_\_
10. Tengo la capacidad de coordinar a las personas o de ordenar los elementos para lograr relaciones coherentes y armoniosas \_\_\_\_

### **CUADRANTE C DERECHO INFERIOR LÍMBICO**

1. Prefiero trabajar en equipo que hacerlo sólo. \_\_\_\_
2. Es importante para mí estar en muchas oportunidades acompañado. \_\_\_\_
3. Creo en la trascendencia humana, en algo superior o espiritual \_\_\_\_
4. Soy emotivo frente a las situaciones difíciles. \_\_\_\_
5. A menudo actúo para solucionar problemas de tipo social. \_\_\_\_
6. En muchas ocasiones prima más en mis decisiones, lo emotivo que lo lógico y lo racional. \_\_\_\_
7. Disfruto, observo y me emociono frente a la belleza de la naturaleza. \_\_\_\_
8. Tengo habilidades para percibir, entender, manipular posiciones relativas de los objetos en el espacio. \_\_\_\_
9. Utilizo todos mis sentidos con frecuencia para resolver problemas (olfato, vista, gusto, tacto, oído) \_\_\_\_
10. Tengo la capacidad de desarrollar y mantener buena comunicación con diferentes tipos de personas. \_\_\_\_

### **CUADRANTE D DERECHO SUPERIOR CEREBRAL**

1. Tengo interés muy fuerte, o talento con la música, la poesía, la escultura. También para pintar, dibujar, esquematizar etc. \_\_\_\_
2. Tengo la capacidad de razonar en forma avanzada y creativa, siendo capaz de adquirir, modificar y retener conocimientos. \_\_\_\_
3. Produzco nuevas ideas e innovaciones en mi trabajo. \_\_\_\_
4. Tengo la capacidad de entender y hacer uso de imágenes visuales y verbales para representar semejanzas y diferencias. \_\_\_\_
5. Tengo la capacidad de percibir y entender una problemática global sin entrar en el detalle de los elementos que la componen. \_\_\_\_
6. A menudo mis mejores ideas se producen cuando no estoy haciendo nada en particular \_\_\_\_
7. Prefiero ser conocido y recordado como una persona imaginativa y fantasiosa. \_\_\_\_
8. Frecuentemente me anticipo a la solución de los problemas. \_\_\_\_
9. Tengo la capacidad de utilizar o comprender objetos, símbolos y señales complejas. \_\_\_\_
10. Utilizo el juego y el sentido del humor en muchas de mis actividades \_\_\_\_

## Anexo 5. Validez del instrumento de investigación: juicio de expertos

- Primer experto: MSc. Cecilia Yacelga Rosero

### VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Agradezco de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento y obtener información válida, criterio requerido para la investigación.

A continuación, presento una lista de cotejos, sírvase analizar y cotejar el instrumento de investigación **ENCUESTA (CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS)** le solicito en base a su criterio y experiencia profesional, validar el presente instrumento para su aplicación.

Para cada criterio se debe considerar la siguiente escala

1 Muy Poco	2 Poco	3 Regular	4 Aceptable	5 Muy aceptable
------------	--------	-----------	-------------	-----------------

CRITERIO DE VALIDEZ	PUNTUACIÓN					ARGUMENTO	OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS
	1	2	3	4	5		
Criterio de Validez: Coherencia con el objetivo general de la investigación					X		
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y/o observación					X		
<b>Total parcial</b>					20		
<b>TOTAL</b>	20						

#### PUNTUACIÓN

De 4 a 11: No Válida Reformular

De 12 a 14: No Válida Modificar

De 15 a 17: Válida mejorar

De 18 a 20: Válida Aplicar

Nombres y apellidos	Cecilia Yacelga Rosero
Grado Académico	MsC. CC.EE

Firma

CC: 0400685657

- Segundo experto: MSc. Ximena Giovanny Benítez Paillacho

### VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Agradezco de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento y obtener información válida, criterio requerido para la investigación.

A continuación, presento una lista de cotejos, sírvase analizar y cotejar el instrumento de investigación **ENCUESTA (CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS)** le solicito en base a su criterio y experiencia profesional, validar el presente instrumento para su aplicación.

Para cada criterio se debe considerar la siguiente escala

1 Muy Poco	2 Poco	3 Regular	4 Aceptable	5 Muy aceptable
------------	--------	-----------	-------------	-----------------

CRITERIO DE VALIDEZ	PUNTUACIÓN					ARGUMENTO	OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS
	1	2	3	4	5		
Criterio de Validez: Coherencia con el objetivo general de la investigación					X	Se especifican las necesidades neurodidácticas.	
Validez de contenido					X		

Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y/o observación					X		
<b>Total parcial</b>					20		
<b>TOTAL</b>	20						

PUNTUACIÓN

De 4 a 11: No Válida Reformular

De 12 a 14: No Válida Modificar

De 15 a 17: Válida mejorar

De 18 a 20: Válida Aplicar

Nombres y apellidos	Ximena Giovanni Benítez Paillacho
Grado Académico	Cuarto Nivel- Maestría

Firma

CC: 0400908778

- Tercer experto: Lic. Ramiro Robles

### VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Agradezco de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento y obtener información válida, criterio requerido para la investigación.

A continuación, presento una lista de cotejos, sírvase analizar y cotejar el instrumento de investigación **ENCUESTA (CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE**

**INDEPENDIENTE: ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS)** le solicito en base a su criterio y experiencia profesional, validar el presente instrumento para su aplicación.

Para cada criterio se debe considerar la siguiente escala

1 Muy Poco	2 Poco	3 Regular	4 Aceptable	5 Muy aceptable
------------	--------	-----------	-------------	-----------------

CRITERIO DE VALIDEZ	PUNTUACIÓN					ARGUMENTO	OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS
	1	2	3	4	5		
Criterio de Validez: Coherencia con el objetivo general de la investigación				X			
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y/o observación					X		
<b>Total parcial</b>				4	15		
<b>TOTAL</b>	19						

**PUNTUACIÓN**

De 4 a 11: No Válida Reformular

De 12 a 14: No Válida Modificar

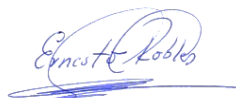
De 15 a 17: Válida mejorar

De 18 a 20: Válida Aplicar

Nombres y apellidos	Ramiro Robles
Grado Académico	Lic.

Firma

CC: 0400630976



- Cuarto experto: MSc. Justo Enríquez

### VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Agradezco de antemano sus aportes que permitirán validar el instrumento y obtener información válida, criterio requerido para la investigación.

A continuación, presento una lista de cotejos, sírvase analizar y cotejar el instrumento de investigación **ENCUESTA (CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS)** le solicito en base a su criterio y experiencia profesional, validar el presente instrumento para su aplicación.

Para cada criterio se debe considerar la siguiente escala

1 Muy Poco	2 Poco	3 Regular	4 Aceptable	5 Muy aceptable
------------	--------	-----------	-------------	-----------------

CRITERIO DE VALIDEZ	PUNTUACIÓN					ARGUMENTO	OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS
	1	2	3	4	5		
Criterio de Validez: Coherencia con el objetivo general de la investigación				X		Se identifica claramente la intención de la investigación, con las dos variables y delimitación pertinentes.	
Validez de contenido			X			Permite determinar estrategias que evidencian conceptos y emociones.	Se sugiere ubicar en las estrategias metodológicas, situaciones de investigación y aplicaciones del contexto. De igual forma ubicar actividades que demuestren, ¿cómo desarrolla

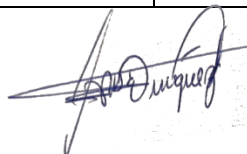
							los procesos matemáticos?
Validez de criterio metodológico					X	Es apropiada la encuesta, su estructura y está bien enfocada a los estudiantes de décimo.	
Validez de intención y objetividad de medición y/o observación					X	Determinar lo cognitivo con lo emocional permite verificar aprendizajes significativos. Con la aplicación del instrumento se obtiene información confiable.	
<b>Total parcial</b>				4	1		
<b>TOTAL</b>	19						5

PUNTUACIÓN

- De 4 a 11: No Válida Reformular
- De 12 a 14: No Válida Modificar
- De 15 a 17: Válida mejorar
- De 18 a 20: Válida Aplicar

Nombres y apellidos	MSc. Justo Enríquez
Grado Académico	Magister

Firma:



CC: 0400823662

**Anexo 6. Solicitud y constancia de la institución que acredita la realización del estudio.**

UNIDAD EDUCATIVA "BOLÍVAR"



Tulcán, 04 de mayo de 2021

Magíster  
**PATRICIA VACA**  
**RECTORA DE LA UNIDAD EDUCATIVA "BOLÍVAR"**  
Presente.-

De mis consideraciones:

Reciba un cordial saludo, junto con el mejor de los deseos de acierto y éxito en su función de líder de nuestra institución, para beneficio de la juventud bolivariana.

Yo, ANDREA JESSICA RAMOS DURÁN, con cédula de ciudadanía 1804160040, docente de esta prestigiosa institución y maestrante de la Universidad Politécnica Estatal del Carchí, acudo a usted con el fin de solicitarle de la manera más comedida, se me otorgue la respectiva autorización para desarrollar mi proyecto de titulación denominado **"Las estrategias neurodidácticas y el neuroaprendizaje de la matemática"** y la posterior aplicación de los instrumentos de investigación en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica. En el estudio a desarrollarse se plantea como objetivo general: **Establecer de qué manera las estrategias neurodidácticas inciden en el neuroaprendizaje de la matemática en los alumnos de Décimo Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa "Bolívar" de la ciudad de Tulcán, durante el año lectivo 2020-2021**

Conocedora de su altruismo y por la atención que se digne dar al presente anticipo mis agradecimientos y reitero mis sentimientos de consideración y alta estima.

Atentamente:

Ing. Jessica Ramos  
DOCENTE  
CC. 1804160040

Correo: [unidadeducativabolivar@gmail.com](mailto:unidadeducativabolivar@gmail.com)

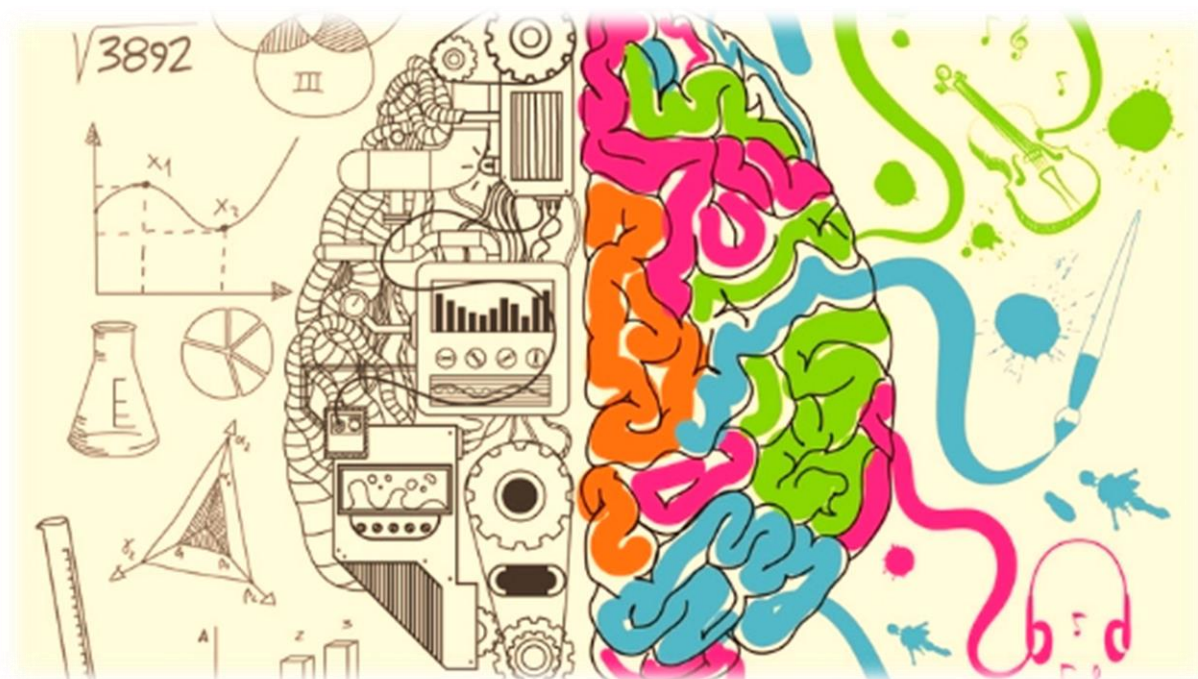
Teléfonos: (593)62980327 - 62980533

Anexo 7. Desarrollo de la propuesta: Guía neurodidáctica

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**



**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN BÁSICA**



**GUÍA DE ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS PARA AYUDAR AL  
NEUROAPRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA**

Propuesta de titulación previa la obtención del  
Título de Magister en Educación Básica.

Autora: Ramos Durán Andrea Jessica

Tutor: MSc. César Enríquez

Tulcán, 2022

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. NEURODIDÁCTICA .....	5
3. TEORÍA DEL CEREBRO TOTAL .....	5
3.1. Diagnóstico teoría cerebro total.....	10
4. ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS APLICADAS A LA MATEMÁTICA .....	16
4.1. Estrategias neurodidácticas operacionales.....	16
4.1.1. Organizadores previos .....	16
4.1.2. Mnemotécnica .....	18
4.1.3. Mayéutica .....	20
4.2. Estrategias neurodidácticas metodológicas .....	22
4.2.1. Mapas mentales .....	22
4.2.2. Mapas conceptuales.....	25
4.2.3. Mategrama.....	27
4.2.4. Tic´s.....	29
4.3. Estrategias neurodidácticas socioemocionales .....	37
4.3.1. Trabajo entre pares .....	38
4.3.2. Reflexiva.....	41
4.3.3. Relajación y sensibilización .....	46
4.3.4. Retroalimentación.....	49
5. SIETE PASOS PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LA MEMORIA DE LARGO PLAZO POR ROBERTO ROSLER .....	55
5.1. Abrir las memorias sensoriales .....	56
5.2. Hacer pensar a los alumnos sobre la información y contenidos trabajados.....	57
5.3. Recodificar la información de la memoria de corto plazo.....	59

5.4.	Fortalecer: realizar una evaluación de lo aprendido .....	60
5.5.	Practicar: repetir, volver a trabajar sobre los contenidos.....	61
5.6.	Repasar: trabajar nuevamente sobre los contenidos, pero de un modo distinto .....	62
5.7.	Recordar y recuperar la información .....	63
6.	CONCLUSIÓN .....	66
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	67

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente guía de estrategias neurodidácticas está direccionada a los docentes de Décimo Año de Educación General Básica del área de Matemática de la Unidad Educativa “Bolívar”; misma que aportará a potenciar el neuroaprendizaje en el proceso educativo, dotando de estrategias, técnicas y recursos para el aprendizaje significativo. De esta manera se busca propiciar en el estudiante el desarrollo de habilidades de pensamiento, razonamiento, criticidad, metacognición, asimilación, formulación de hipótesis, análisis, capacidad de inferir y sobre todo lo que manifiesta el currículo nacional, resolver problemas de la vida cotidiana.

Los aspectos sustanciales de una enseñanza activa, propone que los estudiantes ejerzan un papel dinámico en su propio aprendizaje; aprender a aprender, para ser capaces de construir el conocimiento a partir de pautas presentadas por el educador. Quien toma como base la información previa, para lograr un andamiaje con el nuevo conocimiento, facilitando así la comprensión, la memoria asociativa y la transferencia.

Con base a lo expuesto, el rol del docente debe evolucionar para pasar de ser simplemente un transmisor del conocimiento a facilitador y mediador de criterio en el desarrollo de las competencias, el aprendizaje de contenidos, la búsqueda y la capacidad de discernimiento de la información, dentro de una sociedad plagada de la misma. Además de promover una variedad de entornos para fomentar el trabajo individual y colectivo.

En el siglo XXI es necesario revolucionar el aprendizaje, que los cerebros sean capaces de adquirir la información, analizarla, procesarla, integrarla, ser creativos, proactivos, emprendedores y pensadores.

**Figura 1**  
*Beneficios de la pedagogía activa.*



*Nota.* La figura muestra los principales beneficios de la pedagogía activa. Fuente: elaboración propia adaptado del trabajo investigativo de Casafont (2017).

## **2. NEURODIDÁCTICA**

En las últimas décadas las investigaciones sobre el funcionamiento del cerebro han reportado evidencias de cómo aprende el cerebro. En este contexto se han originado teorías sobre los distintos tipos de cerebro, donde se establecen relaciones entre la parte emocional y la parte cognitiva, además de su capacidad de realizar proyectos y resolver problemas según los estilos de aprendizaje, hecho que ha permitido la contribución de nuevos principios pedagógicos.

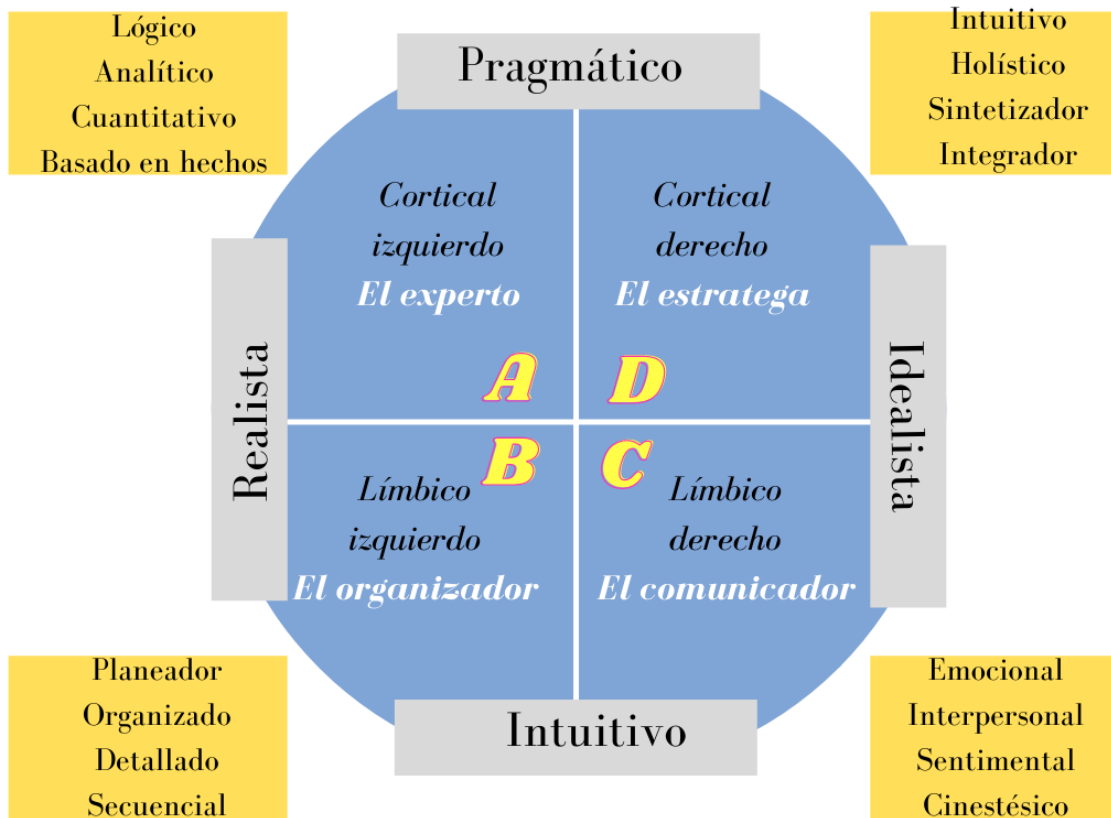
En la actualidad son diversas las organizaciones que promueven la investigación de diversas disciplinas relacionadas al aprendizaje y desarrollo humano. Es así que las estrategias neurodidácticas se basan en los aportes neurocientíficos para el diseño e implementación de mecanismos y acciones mediante el uso de técnicas y recursos que potencien el desarrollo del cerebro facultando conexiones sinápticas, para formar redes neuronales robustas que den paso a la consolidación de aprendizajes.

## **3. TEORÍA DEL CEREBRO TOTAL**

Teoría documentada por Ned Herrmann con base en los modelos de Sperry (hemisferios derecho e izquierdo) y de McLean (cerebro triuno), misma que integra la neocorteza (hemisferios cerebrales) con el sistema límbico para conformar cuatro cuadrantes (Díaz, 2020) que interactúan como una totalidad integrada e instituyen distintas formas de pensar, crear, aprender y procesar la información necesaria para la resolución de problemas y la convivencia asertiva en el entorno. Además, estas cuatro áreas permiten obtener un estudio más amplio y completo sobre la operatividad del cerebro y sus implicaciones en el proceso de aprendizaje. Cada uno de los cuadrantes realiza funciones diferenciadas.

**Figura 2**

*El modelo cerebral total según Herrmann*



*Nota.* La figura muestra los cuadrantes A, B, C y D propuestos por Herrmann. Fuente: elaboración propia adaptado del trabajo investigativo de García-Ramírez (2019).

Es así que el cuadrante A, llamado también cortical izquierdo se especializa en el pensamiento lógico, crítico, matemático, analítico y basado en hechos concretos (Díaz, 2020); con un perfil experto de altas capacidades, inteligencia y razonamiento. Es importante que en la formación de los educandos se potencie esta área con la implementación de estrategias neurodidácticas metodológicas que atiendan a sus particularidades.

Mientras que el cuadrante B, denominado como límbico izquierdo está relacionado a un pensamiento organizado, planificado, secuencial, controlado y detallado (Velásquez et al., 2007); con un perfil organizador, propio de una persona conservadora con altas capacidades de administración. Este tipo de dominancia tiene amplia relación con las estrategias operacionales ya que están enfocadas a la secuenciación, acciones previamente establecidas y gestión de recursos.

Por otro lado, el cuadrante C designado como límbico derecho supone un pensamiento emocional, sensorial, interpersonal, comunicador, humanístico y musical (García-Ramírez,

2019); corresponde a un perfil comunicador, característico en una persona con habilidades sociales. El tipo de estrategias neurodidácticas que potencian esta área en un mayor grado son las socioemocionales.

Por último, el cuadrante D señalado como cortical derecho, admite un pensamiento creativo, estratégico, conceptual, global, sintético, holístico, integrador artístico, espacial y visual (Velásquez et al., 2007; Díaz, 2020); con un perfil estratega, propio de una persona con habilidades de emprendimiento e innovación. Las estrategias neurodidácticas metodológicas y socioemocionales empleadas en el proceso educativo ayudarán en gran medida al desarrollo del potencial creativo.

En el ámbito educativo, el docente debe emplear su pedagogía y recursos didácticos para la enseñanza abarcando los cuatro cuadrantes.

Frecuentemente una persona suele emplear más las funciones de uno o algunos cuadrantes más que otros, a esta particularidad se la distingue como dominancia cerebral, la misma que puede ser medida mediante la utilización del Instrumento de Dominancia Cerebral de Herrmann (HBDD) compuesta de 120 ítems. Mismo que fue tomado como antecedente por Jiménez (2016) para la elaboración de un instrumento adaptado al ámbito educativo con respecto a los estilos de aprendizaje, pensamiento y dominancia de los educandos.

El instrumento elaborado por Jiménez consta de 40 ítems; 10 ítems por cada cuadrante en una escala tipo Likert de 5 niveles, donde 1 es “lo que hago peor” y 5 es “lo que hago mejor”. La valoración total en cada cuadrante se obtiene al multiplicar por 2 los resultados de las sumatorias obtenidas en cada uno de ellos, una vez obtenida se confrontan los valores con la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Clases de dominancia y perfil según rango propuesto.*

Rango	Perfil	Dominancia
80 - 100	1	Primaria
60 - 79	2	Secundaria
0 - 59	3	Terciaria

*Nota.* Datos tomados de la escala de medición Jiménez (2016)

Un porcentaje igual o mayor a 80 en uno de los cuadrantes denota dominancia primaria (alta) y se representa con el valor de 1; un porcentaje mayor o igual a 60 y menor o igual a 79 indica una dominancia secundaria (en proceso de formación) y se representa con el valor de 2; y un porcentaje menor o igual que 59 corresponde a una dominancia terciaria (baja), la cual se simboliza con el número 3.

De acuerdo con el puntaje por cada cuadrante en la secuencia A, B, C, D, se establece el perfil de dominancia, por ejemplo 1-2-2-3 significa que existe dominancia primaria en el cuadrante A, secundaria en los cuadrantes B, C y terciaria en el cuadrante D. Bajo estos parámetros se pueden encontrar todas las combinaciones posibles de los grados de dominancia: simple, doble, triple, cuádruple e incluso ausencia de la misma.

**Dominancia simple:** su pensamiento se contiene en solo un cuadrante. Según Velásquez et al. (2007), “Los estudiantes con dominancia simple se caracterizan por tener menos conflictos internos y tomar decisiones armónicas y predecibles. Sin embargo, su capacidad para interactuar es reducida, así como su capacidad de independencia creativa” (p. 55). La tabla 2 despliega las características y comportamientos de las dominancias simples según su cuadrante.

**Tabla 2**

*Características y comportamientos de las dominancias simples*

Cuadrante	Características	Procesos Cognitivos que desarrolla	Competencias que posee
A (cortical izquierdo)	Frío, distante, pocos gestos, intelectualmente brillante, capacidad de evaluar y criticar, individualista y competitivo	Lógica, análisis, razonamiento; tendencia por los modelos y teorías, accionar basado en hechos, prefiere la palabra precisa y procede por hipótesis.	Matemática, cuantitativa, abstracción, técnica, resolución de problemas y finanzas.
B (límbico izquierdo)	Emotivo, introvertido, controlado, minucioso, tiende a monologar, gusto por las fórmulas, conservador y fiel, amor al poder y vinculación a la experiencia.	Secuencial, planificación, estructura, definición de procedimientos, formalización, verificador y metódico	Administración, sentido de organización, liderazgo, realización y puesta en marcha, trabajador consagrado y orador.

C (límbico derecho)	Extrovertido, espontáneo, espiritual, emotivo, expresivo, reacción contra las críticas negativas.	Integración mediante la experiencia; trabaja con base en sentimientos; fuerte implicación afectiva; escucha y pregunta; siente la necesidad de vivir en armonía y compartir; evalúa los comportamientos	Relaciones interpersonales, propensión al diálogo, tendencia a la enseñanza, competencias comunicativas, trabajo en equipo.
D (cortical derecho)	Originalidad, independencia. sentido del humor, gusto por el riesgo, espacialidad, futurista, discurso brillante.	Conceptualización, imaginación, visualización, metáforas, síntesis, asociación e integración de imágenes.	Innovación, creación, investigación, espíritu, visión de futuro, empresarial.

*Nota.* La tabla muestra las características de los distintos tipos de dominancia simple. Adaptado del trabajo investigativo de Velásquez et al. (2007).

**Dominancia doble o mixta:** su pensamiento se contiene en dos cuadrantes. La combinación de la dominancia de los cuadrantes da como resultado los estilos de pensamiento: realista o de sentido común, está conformado por el hemisferio izquierdo, ya que se constituye de los cuadrantes A y B; instintivo o visceral, perteneciente al sistema límbico, ya que está constituido por los cuadrantes B y C; idealista o kinestésico, está conformado por el hemisferio derecho, ya que se constituye de los cuadrantes C y D; y pragmático o cerebral, correspondiente al área cortical, compuesta por los cuadrantes A y D ( Velásquez, et al., 2007; Estrada, et al., 2017; García-Ramírez, 2019; Díaz, 2020).

Los alumnos con dominancia cortical y límbica pueden partir del pensamiento racional y basado en hechos a modos vivenciales, una de las desventajas es que suelen emplear mucho tiempo en la toma de decisiones ya que poseen dos opciones para actuar (Velásquez et al., 2007).

**Dominancia múltiple:** son consideradas las dominancias triples las cuales se contienen en tres cuadrantes y las cuádruples en cuatro, se caracterizan por un estilo de pensamiento múltiple. Las personas con este tipo de perfil poseen habilidades lingüísticas lo que posibilita la fácil interacción entre todos los cuadrantes, es por ello que en el caso de una dominancia triple por lo general el cuadrante no primario raramente será terciario (Velásquez et al., 2007). La dificultad de estos tipos de perfiles es el tiempo que demoran en madurar.

Dentro de las implicaciones del cerebro total se enmarcan los aportes novedosos que permiten profundizar en el conocimiento y los factores influyentes bajo los cuales puede ser más efectivo, aspecto que da la pauta para el diseño de estrategias y metodologías para aplicarse en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Además, una de las aplicaciones del modelo del cerebro total es la relación definida entre el tipo de dominancia y la tendencia ocupacional.

**Tabla 3**

*Preferencias ocupacionales según el cuadrante dominante*

Cuadrante	Preferencia ocupacional
A (cortical izquierdo)	ingeniero, médico, abogado, banquero, físico, químico, biólogo y matemático, entre otras.
B (límbico izquierdo)	planificador, administrador, gerente y contador
C (límbico derecho)	maestro, comunicador social, enfermero y trabajador social
D (cortical derecho)	arquitecto, pintor, literato, compositor, diseñador gráfico, escultor y músico.

*Nota.* La tabla muestra las preferencias ocupacionales reportadas por Herrmann. Fuente: elaboración propia.

### 3.1. Diagnóstico teoría cerebro total

#### **Perfil personal de estilo de pensamiento. Teoría del Cerebro Total**

#### **Prueba diseñada por Carlos Alberto Jiménez V. con base en lineamientos teóricos de Herrmann, Bolívar y Gardié**

El siguiente instrumento permite identificar el estilo preferencial del uso del pensamiento o de la forma como cada persona procesa información en el cerebro. No hay respuestas correctas o incorrectas sino preferencias y expectativas personales en cada uno de los aspectos que componen esta prueba. Este instrumento fuera de determinar las dominancias cerebrales también permite el análisis del perfil profesional que debe tener una carrera, como también sus desempeños laborales. También puede servir como mecanismo de diagnóstico en entrevistas a nivel laboral o estudiantil.

- **Instrucciones:**

Elabore un proceso de auto-evaluación, de cada uno de los aspectos o actividades que aparecen a continuación de acuerdo con su desempeño. Utilice una escala numérica de 1 a 5 (ponga el número en el cuadro).

Lo que **HAGO MEJOR: 5**. Lo que **HAGO BIEN: 4**. Lo que **HAGO REGULAR: 3**. Lo que **MENOS BIEN: 2**. Lo que **HAGO PEOR: 1**.

NOTA: Del grado de sinceridad depende la objetividad de esta prueba.

### **CUADRANTE A SUPERIOR IZQUIERDO CEREBRAL**

1. Tengo Habilidades específicas en el campo de las matemáticas y las ciencias \_\_\_\_\_
2. Pienso que la mejor forma de resolver un problema es siendo analítico \_\_\_\_
3. Me inclino hacia la crítica en todos los asuntos. \_\_\_\_\_
4. Tengo habilidades para solucionar problemas complejos de manera lógica. \_\_\_\_
5. Antes de tomar algo como verdadero, lo compruebo, e indago otras fuentes. \_\_\_\_
6. Tengo capacidad de comprender, y manipular números y estadísticas de acuerdo con un fin. \_\_\_\_\_
7. Me gusta solucionar problemas inclinándome a conocerlos y buscar mediciones exactas. \_\_\_\_\_
8. Tengo la capacidad frente a los problemas de razonar en forma deductiva, a partir de alguna teoría. \_\_\_\_\_
9. Descompongo ante un problema las ideas, y las relaciono con la totalidad. \_\_\_\_\_
10. Selecciono alternativas sobre la base de la racionalidad y la inteligencia, en oposición al instinto, a la emoción. \_\_\_\_\_

**Sume el cuadrante Subtotal:** \_\_\_\_\_

**Multiplique X2 el resultado del cuadrante A.** \_\_\_\_\_

### **CUADRANTE B INFERIOR IZQUIERDO LÍMBICO**

1. La planificación y la organización son prioritarias en mis actividades \_\_\_\_\_
2. Es importante para mí tener un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. \_\_\_\_\_
3. Acostumbro a escuchar las opiniones de los demás y hacer aclaraciones \_\_\_\_\_

4. Prefiero las instrucciones específicas en lugar de aquellas generales que dejan muchos detalles opcionales. \_\_\_\_
5. Pongo mucha atención en los pequeños detalles o partes de un proyecto. \_\_\_\_
6. Tengo capacidad de control y dominio de mis emociones, cuando elaboro un plan o proyecto. \_\_\_\_
7. Pienso que trabajar con un método paso a paso es la mejor manera de resolver mi problema. \_\_\_\_
8. Tengo habilidades específicas en el manejo de auditorio o hablar en público. \_\_\_\_
9. Formulo métodos o medios para alcanzar un fin deseado, antes de pasar a la acción. \_\_\_\_
10. Tengo la capacidad de coordinar a las personas o de ordenar los elementos para lograr relaciones coherentes y armoniosas \_\_\_\_

**Sume el cuadrante Subtotal:** \_\_\_\_\_

**Multiplique X2 el resultado del cuadrante B.** \_\_\_\_\_

### **CUADRANTE C DERECHO INFERIOR LÍMBICO**

1. Prefiero trabajar en equipo que hacerlo sólo. \_\_\_\_
2. Es importante para mí estar en muchas oportunidades acompañado. \_\_\_\_
3. Creo en la trascendencia humana, en algo superior o espiritual \_\_\_\_
4. Soy emotivo frente a las situaciones difíciles. \_\_\_\_
5. A menudo actúo para solucionar problemas de tipo social. \_\_\_\_
6. En muchas ocasiones prima más en mis decisiones, lo emotivo que lo lógico y lo racional. \_\_\_\_
7. Disfruto, observo y me emociono frente a la belleza de la naturaleza. \_\_\_\_
8. Tengo habilidades para percibir, entender, manipular posiciones relativas de los objetos en el espacio. \_\_\_\_
9. Utilizo todos mis sentidos con frecuencia para resolver problemas (olfato, vista, gusto, tacto, oído) \_\_\_\_
10. Tengo la capacidad de desarrollar y mantener buena comunicación con diferentes tipos de personas. \_\_\_\_

**Sume cada cuadrante Subtotal:** \_\_\_\_\_

**Multiplique X2 el resultado del cuadrante C.** \_\_\_\_\_

## **CUADRANTE D DERECHO SUPERIOR CEREBRAL**

1. Tengo interés muy fuerte, o talento con la música, la poesía, la escultura. También para pintar, dibujar, esquematizar etc. \_\_\_\_
2. Tengo la capacidad de razonar en forma avanzada y creativa, siendo capaz de adquirir, modificar y retener conocimientos. \_\_\_\_
3. Produzco nuevas ideas e innovaciones en mi trabajo. \_\_\_\_
4. Tengo la capacidad de entender y hacer uso de imágenes visuales y verbales para representar semejanzas y diferencias. \_\_\_\_
5. Tengo la capacidad de percibir y entender una problemática global sin entrar en el detalle de los elementos que la componen. \_\_\_\_
6. A menudo mis mejores ideas se producen cuando no estoy haciendo nada en particular \_\_\_\_
7. Prefiero ser conocido y recordado como una persona imaginativa y fantasiosa. \_\_\_\_
8. Frecuentemente me anticipo a la solución de los problemas. \_\_\_\_
9. Tengo la capacidad de utilizar o comprender objetos, símbolos y señales complejas. \_\_\_\_
10. Utilizo el juego y el sentido del humor en muchas de mis actividades \_\_\_\_

**Sume cada cuadrante Subtotal:** \_\_\_\_\_

**Multiplique X2 el resultado del cuadrante D.** \_\_\_\_\_

- **Interpretación de resultados**

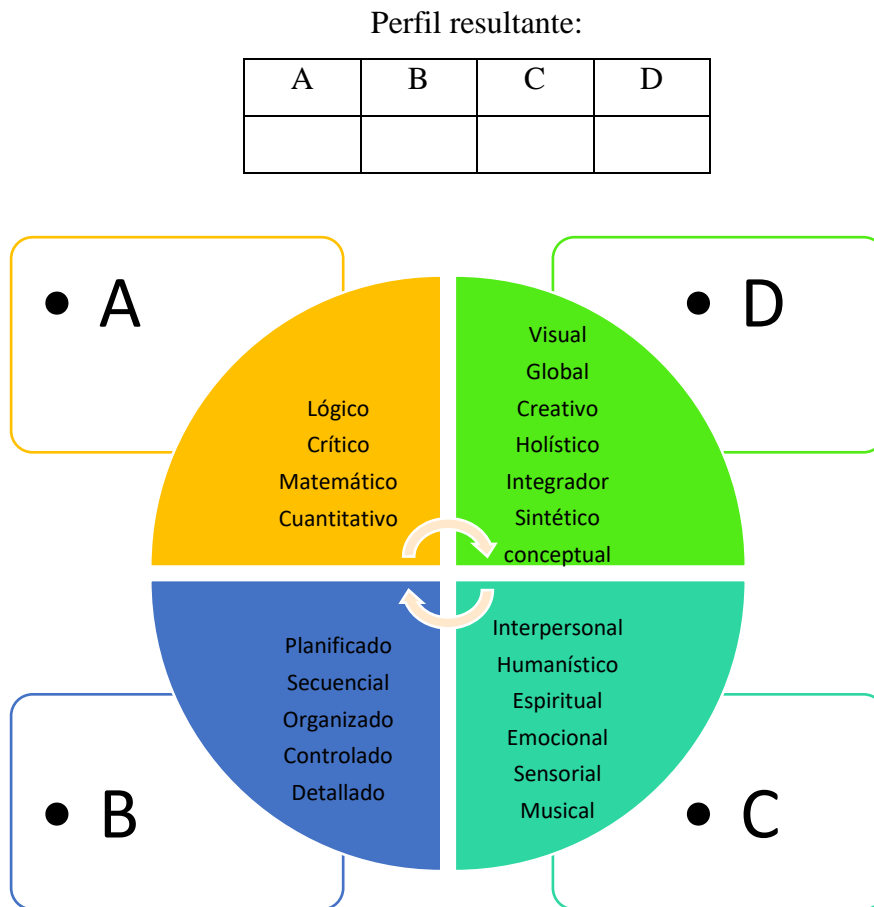
**Nota:** El puntaje real obtenido de cada cuadrante (a, b, c, d,), o subtotal, se multiplica x 2.

Confronte sus resultados con la tabla 1.

Escriba sus resultados y confróntelos con el gráfico que se anexa de estilos de pensamiento para que pueda deducir sus debilidades y fortalezas.

**Figura 3**

*Estilos de pensamiento según Herrmann*



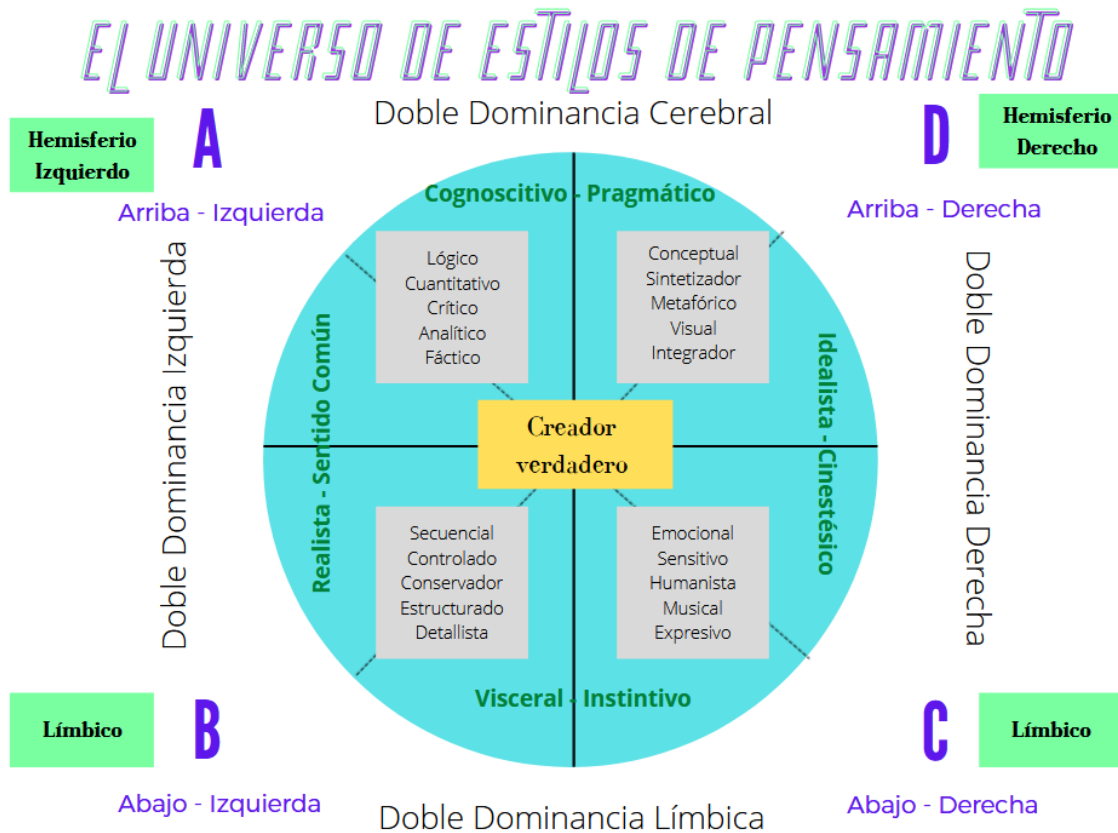
*Nota.* La figura muestra los estilos de pensamiento de los cuadrantes A, B, C y D propuestos por Herrmann. Fuente: elaboración propia adaptado del test de Jiménez (2016)

• **Resultado de los estilos de pensamiento – dominancias cerebrales.**

1. Un porcentaje igual o mayor que 80 en uno de los cuadrantes es un indicador de dominancia primaria (alta), la cual se representa en el PERFIL FINAL con el número 1.
2. Un porcentaje comprendido entre 60 y 79 es un indicador de dominancia secundaria y se representa en el PERFIL FINAL con el número 2 (dominancia que se encuentra en proceso de formación).
3. Un porcentaje entre 0 y 60 es un indicador de dominancia terciaria (baja) y se representa en el PERFIL FINAL con el número 3.

**Figura 4**

*Estilos de pensamiento simples y dobles según Herrmann*



*Nota.* La figura muestra los estilos de pensamiento simples y dobles propuestos por Herrmann. Fuente: elaboración propia adaptado del test de Jiménez (2016)

- **Análisis de un Ejemplo**

Así, por ejemplo, una persona con el siguiente perfil 1-2-3-3 (A =1 B =2 C =3 D=3), significa que la persona tiene una dominancia primaria en el cuadrante A, una secundaria en el cuadrante B, y dominancia terciaria en los cuadrantes C y D.

1. (A) 80% Perfil =1 = Dominancia primaria alta - preferencia (cerebral lógica - matemática)
2. (B) 70% Perfil =2 = Dominancia secundaria – en proceso de desarrollo (límbico - planificador - organizado)
3. (C) 58% Perfil =3 = Dominancia terciaria baja (límbico - interpersonal - humanístico)
4. (D) 50% Perfil = 3 = Dominancia terciaria baja (cerebral - holística - creativa)

## **4. ESTRATEGIAS NEURODIDÁCTICAS APLICADAS A LA MATEMÁTICA**

La base de la neurodidáctica reside en los estudios biológicos del cerebro y las interacciones sociales, es así que los neurólogos pueden apoyar a pedagogos y profesores en el proceso educativo, en lo que respecta al desarrollo y mejora de estrategias didácticas que trasciendan las prácticas tradicionales y que se ajusten a los principios doctrinales e innovaciones de las neurociencias (Boscán, 2011).

Las estrategias neurodidácticas tienen como fundamento su adaptabilidad al perfil, ritmo y estilo de aprendizaje de los educandos, dentro de un marco pedagógico flexible, cooperativo y auto reflexivo. Para el efecto, refiere a un plan trazado y coherente a los objetivos de aprendizaje, lo cual implica métodos, técnicas, recursos y medios encaminados al desarrollo integral del discente.

Boscán (2011) determinó tres dimensiones para tipificar las estrategias neurodidácticas: operativas, metodológicas y socioemocionales.

### **4.1. Estrategias neurodidácticas operacionales**

Componen un conjunto de estímulos creativos para la presentación de contenidos, planificados por el docente en función del interés del discente y la realidad de su entorno (Boscán, 2011; Tacca et al.,2019). Dentro de las estrategias neurodidácticas operativas se distinguen:

#### ***4.1.1. Organizadores previos***

¿Qué son?

Propician un recurso de tipo introductorio, compuesto por un conjunto de conceptos de mayor nivel de inclusión y generalidad sobre la información nueva que los alumnos deben aprender.

¿Para qué sirven?

Los organizadores previos sirven de puentes cognitivos entre los conocimientos nuevos y los existentes en la estructura cognitiva del aprendiz mediante la generación y expresión de ideas

por parte de los estudiantes, antes del desarrollo de una unidad o del desarrollo de la clase (Falconi et al., 2017).

¿Cómo se aplican?

- Se parte de una idea o pregunta central.
- La participación de los estudiantes puede ser oral o escrita.
- Debe existir un mediador.
- Se puede realizar con herramientas gráficas, expositivas, narrativa, práctica, experimental, tablas.

Ejemplo:













*Objetivo:* propiciar una interacción introductoria a la temática de sistemas de ecuaciones entre los conceptos nuevos con los ya existentes en la estructura cognitiva de los alumnos.

*Desarrollo:* Obtenga los valores de los objetos que aparecen en la ilustración, tome en cuenta que cada objeto represente una cifra distinta. Además, los números existentes son el resultado de un proceso de adición de la suma de cada fila y cada columna.

1. ¿Se puede representar cada objeto con una letra?
2. ¿Se pueden establecer relaciones de igualdad?
3. ¿Qué imagen encontrarías primero?
4. ¿Cuál es el valor de las otras imágenes?
5. ¿Es posible verificar el resultado para todas las filas y las columnas?

**Figura 5**

*Organizador previo introductorio a los sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas.*

				74
				75
				46
59	39	48	49	

Fuente: Guato (2018).

### 4.1.2. Mnemotécnica

¿Qué es?

Una regla nemotécnica es un sistema que permite al estudiante establecer un vínculo o asociación mediante el empleo de colores, códigos, gráficas, palabras clave y otros apoyos que constituyan un estímulo para la activación de las memorias sensoriales (Falconi et al., 2017).

¿Para qué sirve?

Es una estrategia que faculta al estudiante recordar o memorizar, palabras, frases, imágenes, algoritmos, operaciones, conceptos, entre otros. Tiene como base la utilización de conocimientos previos para incorporar nuevos.

¿Cómo se aplica?

El docente deberá seleccionar un concepto, operación, algoritmo o fórmula matemática y presentarla al alumno orientándole a asociarla con situaciones, imágenes o palabras cotidianas, de manera que cada vez que entren en contacto con lo relacionado puedan desarrollar procesos mentales que faciliten la consolidación de la memoria a largo plazo.

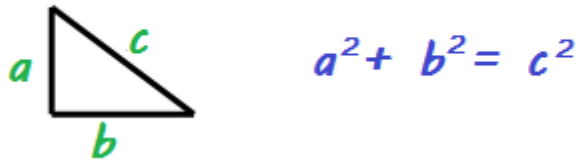
Ejemplo:

*Objetivo:* integrar recursos nemotécnicos en el proceso de enseñanza y aprendizaje para facilitar la comprensión y aplicación del teorema de Pitágoras.

*Desarrollo:* Teorema de Pitágoras: En todo triángulo rectángulo, el cuadrado de la hipotenusa es igual a la sumatoria de los cuadrados de sus catetos.

### Figura 6

*Teorema de Pitágoras*

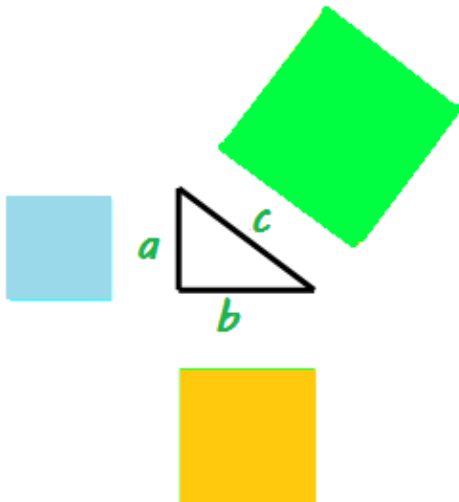


Fuente: elaboración propia

Lo cual deriva que, si dibujamos un cuadrado empleando la misma medida de cada lado (catetos e hipotenusa respectivamente).

### Figura 7

*Deducción teorema de Pitágoras*

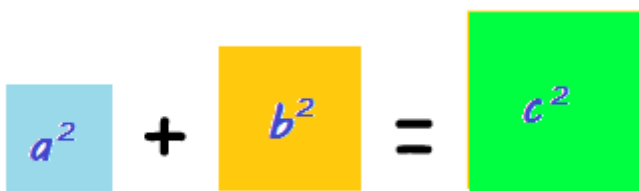


Fuente: elaboración propia

Se obtendrá que la sumatoria de las superficies de los dos catetos (cuadrados celeste y naranja) será igual a la superficie de la hipotenusa (cuadrado verde).

### Figura 8

*Mnemotécnica teorema de Pitágoras*



Fuente: elaboración propia

Explicar el significado de la fórmula permite al estudiante comprender su equivalencia y en consecuencia le será más fácil recordar.

#### **4.1.3. *Mayéutica***

¿Qué es?

Procedimiento aplicado por Sócrates, mediante el cual el docente induce al alumno a descubrir sus propios conocimientos mediante una serie de preguntas.

¿Para qué sirve?

Promueve la criticidad en el aula de clases, mediante interrogantes que inviten a los discentes a emitir sus propias conclusiones sobre la temática tratada (Boscán, 2011).

¿Cómo se aplica?

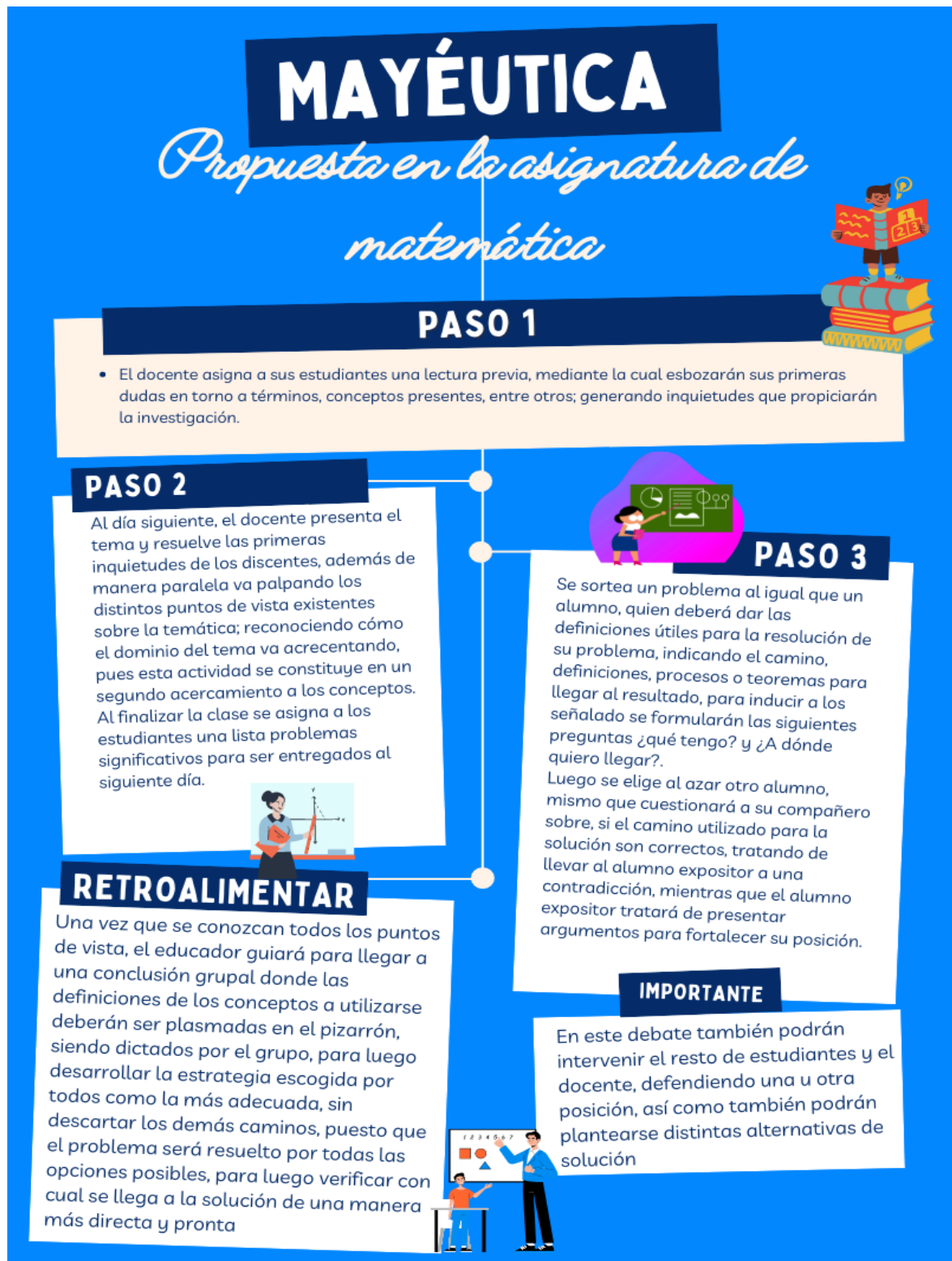
Consiste en preguntar al interlocutor sobre determinado tema (concepto, problema, entre otros) para luego establecer un debate o lluvia de ideas en torno a la respuesta planteada mediante el establecimiento de conceptos generales.

Ejemplo:

A continuación, se expone la propuesta de De La Fuente (2017), la cual busca crear dudas para una mayor reflexión en la asignatura de matemática a partir de tres partes.

**Figura 9**

*Mayéutica propuesta en la asignatura de matemática.*



*Nota.* La figura muestra 3 pasos para la aplicación de la mayéutica en la asignatura de matemática. Fuente: elaboración propia, adaptado en la propuesta de De La Fuente (2017)

## **4.2.Estrategias neurodidácticas metodológicas**

Están compuestas por procesos lógicos, promoviendo el análisis, la investigación y la construcción del conocimiento. Se encuentran directamente relacionadas con las estrategias socioemocionales y operativas (Boscán, 2011; Tacca et al.,2019).

### **4.2.1. Mapas mentales**

¿Qué son?

Se instituyen en una táctica de carácter cognitivo, que consiste en ir tejiendo una red de información en torno a un concepto central, del cual se derivan ideas secundarias en función de conocimientos almacenados en el cerebro; mostrándose diferentes ideas representadas en un gráfico elaborado de manera creativa mediante razonamientos lógicos (Falconi et al., 2017).

¿Para qué sirven?

Gestiona el flujo de información, facilitando los procesos de síntesis y toma de decisiones; captando la atención de los estudiantes, la misma que se deriva de la motivación sensorial generada y posibilita la asociación de redes neuronales para el desarrollo de habilidades de pensamiento, lógica e imaginación en los educandos, así como también mejorar la concentración, optimizar el almacenamiento de memoria y resolución de problemas.

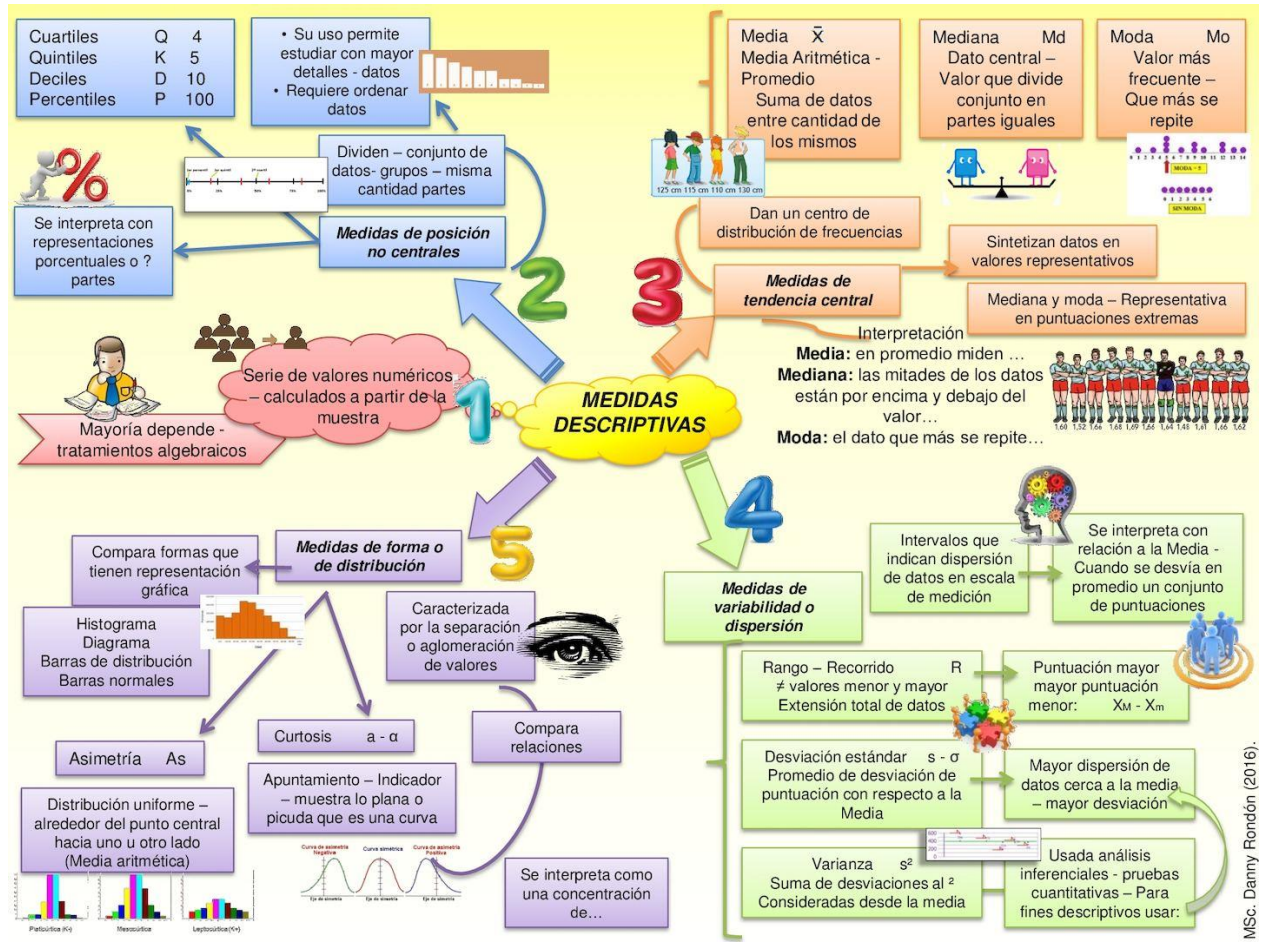
¿Cómo se aplican?

1. Identificar una idea principal: lo ideal sería colocar en el centro una imagen que represente el concepto general, sin embargo, se puede usar una sola palabra central.
2. En torno a la idea central identificar los aspectos principales que se relacionan con la misma: dichas ideas deberán ir unidas a la principal por líneas de distintos colores y escritas en mayúscula.
3. En este contexto, cada idea principal desprendida de la idea central tendrá sus propias ramificaciones secundarias: este proceso puede repetirse las veces que sea necesario.

Ejemplo:

**Figura 10**

*Mapa mental medidas descriptivas*



MSc. Danny Rondón (2016).

Fuente: <https://es.calameo.com/books/003742678ad06412bbe63>

Ramírez y Lora (2015), proponen una actividad con mapas mentales:

**Figura 11**

*Actividades con mapas mentales en la asignatura de matemática*



*Nota.* La figura muestra 4 pasos para la aplicación de los mapas mentales en la asignatura de matemática. Fuente: elaboración propia, adaptado en la propuesta de Ramírez y Lora (2015).

#### **4.2.2. Mapas conceptuales**

¿Qué son?

Se constituyen en un esquema sistemático y jerárquico de impacto visual; proporciona un resumen global del contenido tratado en clase, mediante conceptos, proposiciones, fórmulas y palabras enlace, los cuales constituyen entre si una estructura semántica; y facilita inferencias entre conceptos inherentes a la resolución de problemas (Boscán, 2011).

¿Para qué sirven?

Propician un aprendizaje de manera constructivista y significativa, contribuyendo al desarrollo del pensamiento inductivo y deductivo. Permiten organizar, priorizar y procesar la nueva información, identificando ideas erróneas, observando patrones e interrelaciones entre conceptos, además de proveer un almacenamiento adecuado de la información en la estructura cognitiva del estudiante, de modo que pueda ser recuperada cuando se lo requiera, es aquí donde se aprecia la calidad de aprendizaje de la matemática, cuando los contenidos son utilizados correctamente para solucionar problemas específicos de la vida cotidiana.

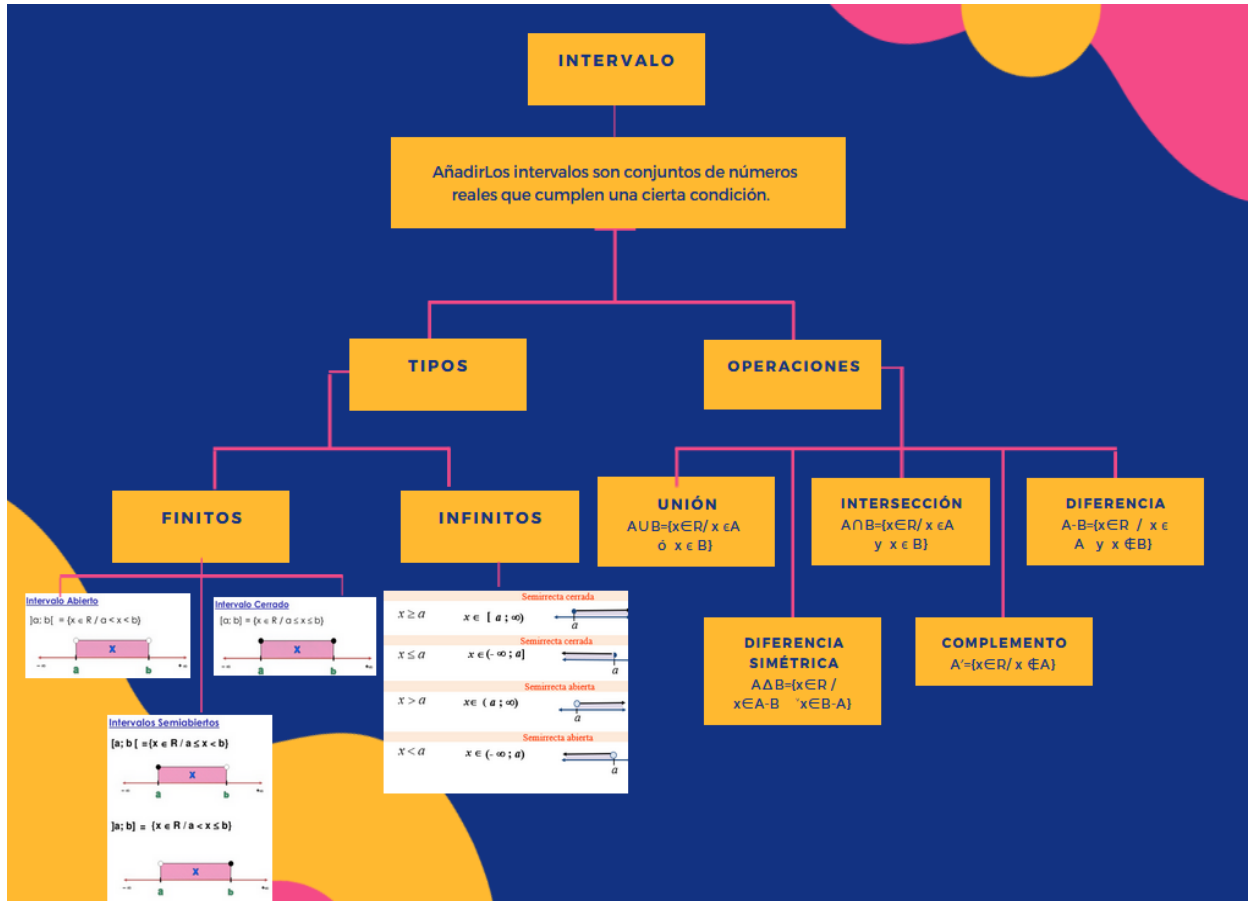
¿Cómo se aplican?

1. Lectura comprensiva del texto que contiene el concepto que se precisa profundizar.
2. Ubicar, subrayar y reflexionar las ideas principales, elementos esenciales o palabras clave identificadas.
3. Establecer la jerarquización de los conceptos, desde los más generales a los más específicos.
4. Ubicar los conceptos más generales en la parte superior del mapa y unirlos con líneas para denotar su relación.
5. Realizar ramificaciones al mapa agregando dos o más elementos a cada concepto general.
6. Formar conexiones entre los conceptos mediante el uso de flechas para señalar la dirección y existencia de dichas relaciones.

Ejemplo:

**Figura 12**

*Mapa conceptual sobre intervalos*



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta un mecanismo didáctico para la utilización de esta estrategia adaptada por la investigadora en base a los trabajos indagatorios de Vidal et al. (2007) y Mato-Vázquez et al. (2017).

**Figura 13**

*Mecanismo didáctico para la utilización del mapa conceptual en la matemática.*



*Nota.* La figura muestra 5 pasos para la aplicación de los mapas conceptuales en la asignatura de matemática. Fuente: elaboración propia, adaptado en los trabajos indagatorios de Vidal et al. (2007) y Mato-Vázquez et al. (2017).

#### **4.2.3. Mategrama**

¿Qué es?

Despierta la curiosidad de los alumnos, quienes deben descubrir los diferentes conceptos matemáticos ocultos, a partir de pistas proporcionadas por el docente (Boscán, 2011), mismas que están relacionadas a un tema en específico.

¿Para qué sirve?

Estimula la activación de procesos lógicos, memorísticos y razonados, facultando la construcción y comprensión de conceptos complejos. Mejora el desempeño académico, desarrolla habilidades para la toma de decisiones y promueve la concentración, la creatividad y el entretenimiento.

¿Cómo se aplica?

De manera inicial el docente deberá incluir en su planificación esta estrategia y elaborar el crucigrama en base a la destreza que se desea desarrollar.

1. La selección del tema a tratar
2. Desarrollar un borrador con los enunciados que serán cuestionados a los estudiantes con sus respectivas respuestas.
3. Colocar las palabras en una cuadrícula de manera que existan letras coincidentes ya sea en los sentidos vertical u horizontal, pintando los cuadrados que no sean utilizados. Existen muchos programas para crear crucigramas de manera automática al colocar el enunciado y su respuesta.

Posteriormente el mategrama será aplicado en el aula de clase, estableciendo parámetros como el tiempo de ejecución y la forma de llenado, además, de recalcar aspectos como la lectura comprensiva de los enunciados, nivel de complejidad (empezar con las interrogantes de menor dificultad) y el sentido establecido. La actividad puede ser desarrollada de manera individual o grupal, acorde a la planificación del educador.

Ejemplo:

Completa el siguiente mategrama aplicando las propiedades de potencia.

**Figura 14**

*Mategrama de potencias*

<p>ELEMENTOS DE LA POTENCIA</p> $b^e = v$	<p>CUÁL ES LA BASE DE:</p> $(x)^3 = 729$	<p>EL NUMERADOR DE:</p> $\left(\frac{4}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^{-3} =$	<p>Cierta bacteria se reproduce por bipartición cada 4 minutos cuantas bacterias hay después de 28 minutos. Si la población inicial es una bacteria.</p>	<p>La "_____ " <math>a^n</math> representa el producto que tiene "n" veces el número "a". El número "a" se llama base y el número "n" se llama exponente.</p>
<p>CUÁL ES LA BASE DE:</p> $\left(\frac{1}{5}\right)^{-3} =$	<p>CUÁL ES EL EXPONENTE DE:</p> $((12^2)^2)^5 \rightarrow$		<p>Doña ELOISA CORONAVIRUS TIENE UN CRECHERO</p>	<p>Fernando tuvo dos hijos, cada uno tuvo dos hijos, y cada uno de estos tuvo dos hijos. ¿Cuántos nietos tiene Fernando?</p>
<p>SE LEE: CUATRO AL _____</p> $(4)^2$	<p>CUÁL ES LA BASE DE:</p> $(x)^3 = 343$	<p>Departamento de Matemática</p>	<p>La potencia de una potencia con base "a" es la potencia con base "a" y cuyo exponente es el "_____ " de los exponentes:</p>	
<p>SE LEE: DOS AL _____</p> $(2)^3$	<p>UN BILLON EQUIVALE A 10 ELEVADO A...</p>			
<p>EL EXPONENTE DEL RESULTADO DE:</p> $(0,5)^{-2} \cdot 64 =$	<p>EL RESULTADO ES:</p> $\left(\frac{1}{7}\right)^{-2} + (-3)^3 - (0,5)^{-4} =$	<p>La "_____ " <math>a^n</math> representa el producto que tiene "n" veces el número "a". El número "a" se llama base y el número "n" se llama exponente.</p>	<p>EL RESULTADO ES:</p> $\left[\left(\frac{4}{3}\right) + 3\right]^0 - \left(\frac{5}{3}\right)^0 =$	<p>El "_____ " de dos potencias con la misma base es la potencia de dicha base y cuyo exponente es la RESTA de los exponentes:</p>
			<p>EL RESULTADO DE:</p> $\frac{2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2}{5} =$	

Fuente: file:///C:/Users/USER/AppData/Local/Temp/5M\_03\_30\_09\_1RO\_TALLER%20DE%20RESOLUCIN%20DE%20PROBLEMA S\_PRIMEROS%20MEDIOS\_MATERIA%20N5.pdf

**4.2.4. Tic's**

¿Qué son?

Las tecnologías permiten organizar el entorno pedagógico a partir del diseño de propuestas educativas creativas, innovadoras, interactivas, inmediatas, continuas y de manera asequible, en cualquier tiempo y lugar; trascendiendo contextos físicos y permitiendo compartir recursos a través de blogs, redes sociales, correos, chats, entre otros (Falconi et al., 2017; D. Zambrano y M. Zambrano, 2019).

¿Para qué sirven?

El binomio lúdico-tecnología promueve el desarrollo cognitivo, mejora la atención e induce a la creatividad; aporta con el factor sorpresa, mismo que estimula la curiosidad en los alumnos, aspecto que activa la motivación, propiciando la consolidación de la memoria y en consecuencia

optimiza el proceso educativo, respetando los ritmos de aprendizaje de los discentes. Favorece el acceso a la información, con tiempos de búsqueda relativamente cortos, promoviendo la autonomía investigativa a través del autoaprendizaje, motivando a un trabajo más creativo e investigativo permitiendo la introducción de las redes para nuevos entornos de aprendizaje, recursos multimedia y la producción de simulaciones que desarrollen en el alumno habilidades de pensamiento superior y la toma de decisiones. Todo esto rompiendo las barreras de tiempo y espacio.

¿Cómo se aplican?

En el trabajo investigativo de D. Zambrano y M. Zambrano (2019), a la tarea de aprendizaje en la cual para su desarrollo intervenga de manera significativa el software educativo se define como softarea; además, recomiendan los siguientes componentes para la estructuración didáctica de las softareas.

**Tema:** Debe connotar sentido y significado en su desarrollo por parte del alumno, siendo motivador, creativo y ameno.

**Objetivo (logros esperados):** Debe tener en cuenta las necesidades de aprendizaje de los discentes, considerando los aspectos siguientes: el conocimiento (¿qué conocimiento matemático necesita tener el estudiante para resolver el problema?), la habilidad (¿qué va a hacer para llegar a la solución?), su intencionalidad (¿cuáles son los valores a desarrollarse en su formación profesional?), así como su extensión (¿hasta dónde va a saber hacerlo?).

**Situaciones de aprendizaje:** se conforman por las actividades, preguntas, problemas, procesos, investigaciones, entre otros direccionados a la creación y apropiación de los nuevos conocimientos de una forma interactiva a través de los recursos informáticos.

**Recursos tecnológicos o multimedia a emplearse (TICs):** recursos o medios tecnológicos empleados para la ejecución de la softarea que van desde equipos tecnológicos hasta los programas o aplicaciones empleadas.

## Recursos:

### Herramientas para la creación, publicación y aplicación de contenidos didácticos




A continuación, se presentan herramientas para la generación de contenidos, herramientas de recopilación, herramientas para la interacción educativa y herramientas para el aula invertida.

#### a. Herramientas de generación de contenidos:

Permiten al alumno y al docente crear materiales para presentar la información.

**Tabla 4**

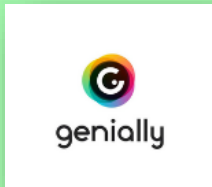
*Herramientas digitales de generación de contenidos.*

	<p><b>Canva:</b> es una herramienta web de diseño gráfico y ofrece recursos online para crear logos, posters, portadas, folletos, presentaciones, infografías, entre otros recursos que el profesor puede utilizar para mostrar al estudiante conceptos de manera visual facilitando la asimilación de la información, además puede ser utilizado por los alumnos para presentar contenido de manera sintética.</p> <p><a href="https://about.canva.com/es_es/educacion/">https://about.canva.com/es_es/educacion/</a></p>
	<p><b>Audacity:</b> Software libre para la edición de audio y grabación de sonido digital, mismo que puede ser implementado en para presentar la información de manera que potencie el estilo de aprendizaje auditivo.</p> <p><a href="https://www.audacityteam.org/">https://www.audacityteam.org/</a></p>
	<p><b>Easel.ly:</b> Herramienta web para el diseño de infografías que pueden ser utilizadas para la presentación de conceptos, procesos; además puede ser compartida a través de redes sociales o descargada en formato imagen.</p> <p><a href="https://www.easel.ly/">https://www.easel.ly/</a></p>



**Evernote:** Es una aplicación que permite múltiples aplicaciones educativas como editar archivos PDF, gestionar, crear e intercambiar la información y el conocimiento.

<https://evernote.com/intl/es/>



**Genially:** es una herramienta web de diseño que usan los centros educativos para la enseñanza y el aprendizaje con contenidos interactivos y visuales como infografías, presentaciones, rúbricas, mapas mentales, certificados, entre otras aplicaciones eficaces para captar la atención del alumnado, conseguir su participación y propiciar un aprendizaje más divertido.

<https://www.genial.ly/es>



**Goconqr:** caja de herramientas virtual a la cual el docente puede acudir para planificar, proponer ideas, y evaluar lo aprendido mediante el uso de mapas mentales, diagramas de flujo, juegos de preguntas y respuestas, diapositivas, tarjetas para memorizar, entre otros.

<https://www.goconqr.com/es-ES>



**PowToon:** Herramienta educativa online para la creación de animaciones y presentaciones en formato video.

<https://www.powtoon.com/>



**WiseMapping:** Herramienta online para la creación de mapas mentales, tanto estudiantes como docentes pueden diseñar mapas personalizados, trabajarlos colaborativamente, exportarlos, compartirlos e imprimirlos, potenciando la habilidad de organizar la información, analizar y relacionar conceptos.

<https://app.wisemapping.com/c/login>





Fuente: elaboración propia

## b. Herramientas de recopilación:

Facilitan a los usuarios comunicarse y trabajar colaborativamente, sin importar el espacio físico posibilita el compartir la información en distintos formatos (texto, audio, video, entre otros).

**Tabla 5**

*Herramientas digitales de recopilación.*

	<p><b>Google Drive:</b> servicio de almacenamiento online gratuito donde profesores y alumnos pueden almacenar y compartir documentos, imágenes y videos en la nube para poder acceder a ellos desde cualquier ordenador o celular, facilitando el trabajo colaborativo.</p> <p><a href="https://www.google.es/drive/apps.html">https://www.google.es/drive/apps.html</a></p>
	<p><b>Microsoft Teams:</b> Reúne las aplicaciones necesarias para la gestión de aula y trabajo en equipo: videoconferencias, notas, chats, acceso a contenidos, entre otros.</p> <p><a href="https://products.office.com/es-es/microsoft-teams/group-chat-software">https://products.office.com/es-es/microsoft-teams/group-chat-software</a></p>
	<p><b>Padlet:</b> pizarra digital colaborativa que ofrece la posibilidad de crear murales, en los que el profesor y alumnos pueden trabajar al mismo tiempo, para luego compartir o descargar el trabajo desarrollado.</p> <p><a href="https://es.padlet.com/">https://es.padlet.com/</a></p>
	<p><b>SlideShare:</b> sitio web gratuito que permite compartir presentaciones, documentos, infografías, entre otros archivos útiles en el proceso educativo.</p> <p><a href="https://es.slideshare.net/">https://es.slideshare.net/</a></p>



**Wetransfer:** es una nube que posibilita compartir archivos de gran peso de un modo práctico y cómodo, con la característica de que tanto quien envía como quien recibe, no necesitan registrarse como usuarios para acceder a los archivos.

<https://wetransfer.com/>

Fuente: elaboración propia

### c. Herramientas para la interacción educativa:

Despiertan la creatividad y activan la motivación, ya que están diseñadas en función de los intereses del alumnado, permitiendo la interacción individual y colectiva de los actores educativos en el tercer nivel de concreción curricular.

**Tabla 6**

*Herramientas digitales para la interacción educativa.*



**Kahoot:** es la herramienta más popular si se desea gamificar interrogantes o evaluaciones. Es muy práctica, permite crear cuestionarios propios o utilizar los ya creados por otros educadores del mundo, permite visualizar el ranking y proporciona resumen de aciertos y errores, esta opción brinda gran información para el proceso de retroalimentación.

<https://kahoot.com/>



**Socrative:** herramienta educativa de evaluación a través de ordenadores o dispositivos móviles que permite a los educadores involucrarse con los estudiantes a medida que ocurre el aprendizaje, accediendo a las respuestas en tiempo real para un feedback inmediato.

<https://www.socrative.com/>



**ClassDojo:** permite administrar el aula en base a puntuaciones sobre el desempeño y comportamiento del alumnado, formando una red de comunicación continua entre estudiantes, docentes y las familias. Admite diversas opciones que se adaptan a cada clase permitiendo la retroalimentación permanente, además de desarrollar publicaciones en un muro a manera de red social educativa.  
<https://www.classdojo.com/es-mx/?redirect=true>



**FlipQuiz Classic:** aplicación web diseñada para elaborar preguntas tipo tabla o flashcards, permitiendo asignar puntuaciones a las respuestas correctas, mismas que pueden ser llevadas a la modalidad de torneo como una estrategia para la gamificación.  
<https://flipquiz.com/es-es>



**Quizizz:** Herramienta de gamificación con la cual es posible evaluar en base a un cuestionario aplicado a los alumnos a manera de concursos individuales o grupales.  
<https://quizizz.com/>



**DeckToys:** Es una actividad ideal para diseñar recorridos gamificados en los cuales hay que desarrollar actividades (elección múltiple, laberinto, crucigramas, emparejados, test, unir con líneas, visualizar videos, entre otras), resolver problemas, responder a preguntas e ir resolviendo retos, todo esto a modo de juego para llegar a una meta final. Permite gamificar con candados y llaves escondidas, lo cual obliga a que los estudiantes no puedan saltarse ninguna fase sin completarla previamente.  
<https://deck.toys/>



**Educaplay:** sitio web para la creación de actividades multimedia orientadas a la educación, facilita generar novedosos escenarios evaluativos de manera individual o colectiva para reforzar los aprendizajes a través de la construcción de mapas interactivos, crucigramas, sopa de

	<p>letras, adivinanzas, test de relación de columnas, entre otras estrategias.</p> <p><a href="https://es.educaplay.com/">https://es.educaplay.com/</a></p>
	<p><b>Miro:</b> pizarra virtual para trabajar de manera colaborativa, ya sea en los modos sincrónico a asincrónico, donde es posible crear mapas mentales, diagramas, flujogramas y más. Existe la posibilidad de utilizar plantillas prediseñadas o un lienzo en blanco para ir creando a partir de una idea base, es ideal para el design thinking.</p> <p><a href="https://miro.com/es/">https://miro.com/es/</a></p>
	<p><b>Mentimeter:</b> plataforma digital que permite crear presentaciones interactivas, agregando cuestionarios, encuestas, imágenes, entre otros recursos donde los estudiantes pueden responder preguntas, generar ideas y hacer comentarios en tiempo real, manteniéndose atentos y motivados durante las clases. Constituye una valiosa herramienta para la evaluación formativa.</p> <p><a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a></p>
	<p><b>Point to fix:</b> Aplicación que convierte la pantalla del ordenador en una especie de pizarra, ideal para profundizar las explicaciones en clase, además permite guardar capturas de los apuntes o procesos desarrollados.</p>
	<p><b>Nearpod:</b> plataforma web que permite al docente desarrollar presentaciones interactivas y divertidas en clase o a distancia, aumentando la participación de los estudiantes a través de cuestionarios, encuestas, herramientas para dibujar, actividades gamificadas, entre otros.</p> <p><a href="https://nearpod.com/">https://nearpod.com/</a></p>




Fuente: elaboración propia

#### d. Herramientas para el aula invertida:

Plataformas educativas en donde se pueden gestionar y editar videos o documentos. Todo esto para que el educador pueda corroborar que los alumnos se encuentran preparados para aportar con sus nuevas habilidades y conocimientos en la clase, afianzando la esencia de la inversión en el aula.

**Tabla 7**

*Herramientas digitales para el aula invertida.*

	<p><b>Edpuzzle:</b> es una herramienta en línea que permite editar y modificar videos propios o tomados en la red para ser adaptados a las necesidades del aula. Ideal para la clase invertida ya que permite agregar preguntas, crear cuestionarios e insertar notas de voz mientras el video se reproduce, garantizando su visualización y comprensión por parte de los educandos, orientándolos a la reflexión, análisis, síntesis y criticidad en torno a una temática establecida.</p> <p><a href="https://edpuzzle.com/">https://edpuzzle.com/</a></p>
	<p><b>Perusall:</b> es una aplicación que posibilita garantizar que los alumnos se encuentren preparados para cada clase, permitiendo compartir archivos PDF para que puedan trabajar de manera activa y colaborativa, respondiendo preguntas o elaborando comentarios en torno al texto seleccionado por el docente. Promoviendo el aprendizaje autónomo, el pensamiento crítico y la discusión.</p> <p><a href="https://perusall.com/">https://perusall.com/</a></p>
	<p><b>EduCanon:</b> aplicación web que permite añadir preguntas, actividades o información a un video de Youtube, Teacher Tube, Khan Academy, Shmoop o Vimeo. El docente decide en que momento del transcurso del video añadir las interrogantes para verificar la comprensión del alumno y de esa manera poder ampliar, aclarar, retroalimentar, proponer reflexiones, entre otros.</p> <p><a href="https://go.playposit.com/">https://go.playposit.com/</a></p>

Fuente: elaboración propia

#### 4.3.Estrategias neurodidácticas socioemocionales

Involucran interacciones permeadas por los aspectos conductuales, fisiológicos y psicológicos, estimulando la participación activa, responsabilidad y compromiso del discente; fortalece

diversos vínculos entre los actores involucrados en la labor educativa (Boscán, 2011; Tacca et al.,2019).

#### ***4.3.1. Trabajo entre pares***

¿Qué es?

Refuerzan la comunicación mediante el trabajo cooperativo y colaborativo, implicando a los estudiantes de una forma activa en el proceso de aprendizaje.

¿Para qué sirve?

El cerebro humano es social y necesita de la interacción con sus semejantes para crear y fortalecer conexiones neuronales (Boscán, 2011). Es así que la interacción entre iguales contribuye al desarrollo cognitivo y social de los estudiantes, influyendo en su formación y en el desarrollo de destrezas como la interpretación de datos, análisis, síntesis, observación, valoración, representación, aplicación, entre otras.

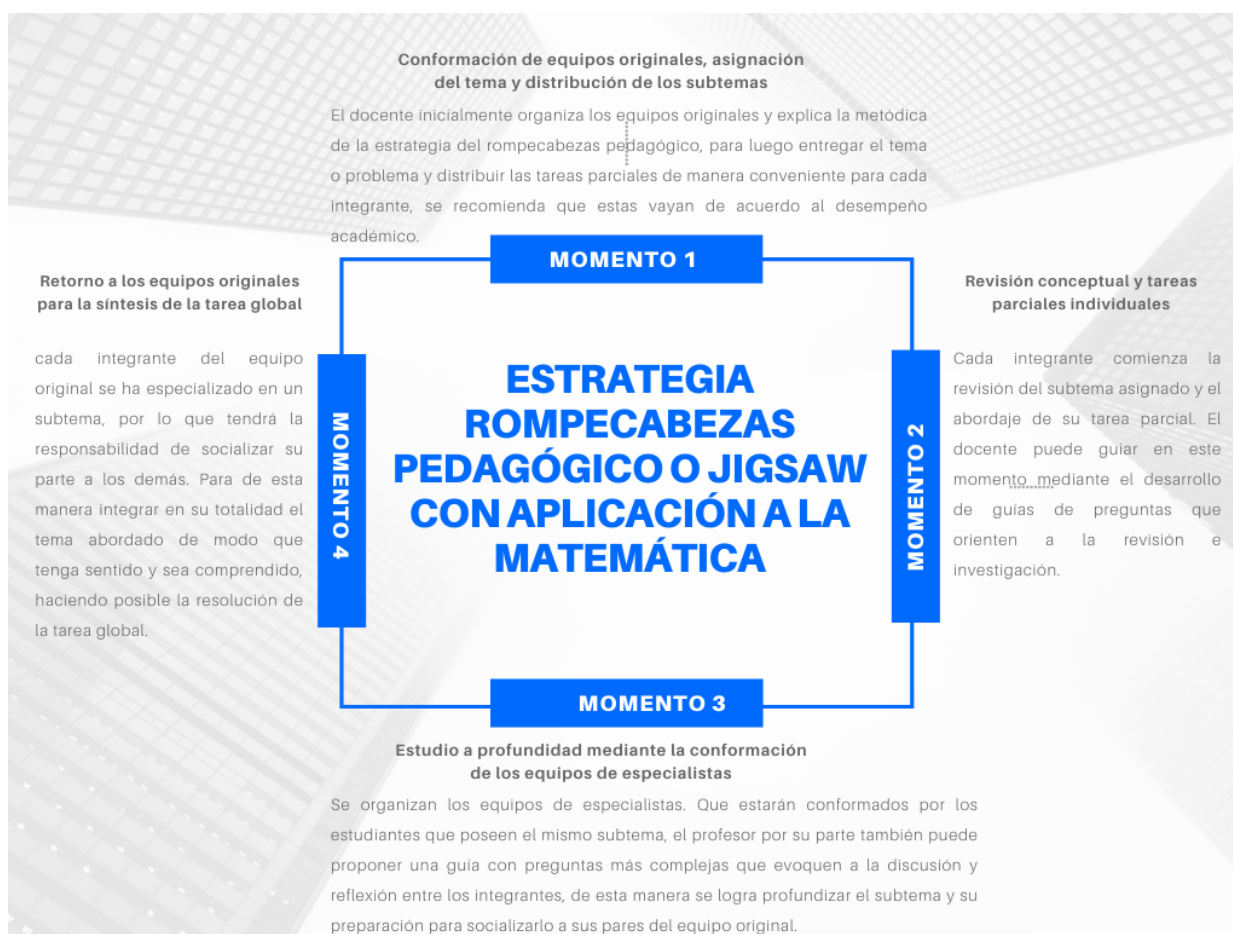
¿Cómo se aplica?

Una estrategia didáctica de trabajo entre pares mediante la cual se puede aplicar el trabajo colaborativo es el rompecabezas pedagógico o Jigsaw, donde para llevar a cabo una actividad de aprendizaje en grupo, cada estudiante dispondrá una parte de la información necesaria para comprender la temática y posteriormente será socializada con los demás integrantes, compactando la información de modo que tenga sentido y todos logren aprender en dicha integración.

En el artículo de Vega (2013) se detallan 4 momentos de intervención formativa para esta estrategia:

**Figura 15**

*Estrategia rompecabezas pedagógico o Jigsaw con aplicación a la matemática*



*Nota.* La figura muestra 4 momentos para la aplicación de la estrategia de rompecabezas pedagógico en la asignatura de matemática. Fuente: elaboración propia, adaptado en la propuesta de Vega (2013).

**Ejemplo:**

A continuación, se presenta un modelo de planificación sugerida, misma que toma como base los trabajos investigativos de Vega (2013) y Aldana (2012).

**Tabla 8**

*Modelo para la planificación de la estrategia rompecabezas pedagógico o Jigsaw*

Momento	Etapas	Descripción de las acciones	Tiempo	Productos	Materiales sugeridos	Evaluación
Conformación de equipos originales, asignación del tema y distribución de los subtemas	a. Conformación de los grupos genéricos b. Indicaciones generales sobre la estrategia de Rompecabezas y su modo de trabajo.	•Aquí se les explicará a los estudiantes que trabajarán en grupos originales o genéricos.	40 min clase	•Grupos de trabajo. •Estudiantes dispuestos a trabajar activamente de	Aula Hojas Marcadores Pizarra Equipo multimedia Libros	•Presentación de los grupos y los roles asignados a cada integrante.

	c. Asignación de responsabilidades y/o tareas que debe desarrollar cada alumno en cada uno de los grupos, los cuales se denominarán “especialistas”.	Mismos que se conformarán de tres a seis integrantes según las necesidades del docente en función del número de subtemas; es altamente deseable que todos los equipos sean del mismo tamaño.		manera colaborativa.	Páginas web Lecturas Videos
Revisión conceptual y tareas parciales individuales	a. Cada uno de los especialistas indaga de manera individual sobre el tema que se le asignó. b. Con la información obtenida deberá desarrollar un trabajo: organizador gráfico, síntesis, proceso, algoritmo, resolución de un problema, entre otros sugeridos por el docente o de elección libre.	•El armado de equipos puede ser a través de una dinámica, aunque se recomienda una distribución heterogénea donde sean conformados por el docente tomando en cuenta factores como género, etnicidad y desempeño académico.	80 min fuera de clase	•Estudiantes con habilidades individuales de investigación en contenidos científicos orientados a la matemática, discernimiento, análisis y síntesis de la información en distintas fuentes. •Capacidad para elaborar razonamientos matemáticos.	
Estudio a profundidad mediante la conformación de los equipos de especialistas	a. Conformación de los grupos especialistas, mismos que estarán en función de los equipos originales con los mismos subtemas. Si estos alcanzan un número mayor a 7 estudiantes se recomienda dividirlos en sub-equipos. b. Asignación de las responsabilidades en el grupo. c. Revisión y análisis grupal del trabajo individual de cada especialista. d. Trabajo colaborativo, donde se elabore un producto final consensuado (organizador gráfico, síntesis, proceso, algoritmo, resolución de un problema, entre otros) con los aportes de todos los integrantes del grupo de especialistas.	• Incentivar la interdependencia Positiva entre los estudiantes. • En cuanto a los equipos de especialistas, se recomienda una composición homogénea según el desempeño académico. •El profesor debe dominar y preparar adecuadamente el tema general, de manera que se logre una conveniente	40 min clase	•Organizador gráfico, síntesis, proceso, algoritmo, resolución de un problema, entre otros. •Estudiantes con criterio, crítica y autocrítica. •Estudiantes con habilidades de trabajo en grupo.	•Capacidad de trabajo en equipo. •Organizador gráfico, síntesis, proceso, algoritmo, resolución de un problema, entre otros. •Intervenciones orales. •Habilidades de comunicación oral y escrita.

Retorno a los equipos originales para la síntesis de la tarea global	<p>a. Constituye la etapa integradora, donde cada especialista retorna a su grupo genérico y procede a intercambiar la información en base al conocimiento adquirido. De modo que la totalidad de los integrantes del grupo recopilen y construyan la información completa para luego presentarla y exponerla en un informe final.</p> <p>b. Retroalimentaciones y orientaciones finales por parte del educador sobre el tema desarrollado.</p>	distribución de los subtemas.	80 min clase	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Habilidad para elaborar conclusiones claras y precisas.</li> <li>•Capacidad de dirigirse a una audiencia para la consecución de los fines establecidos.</li> <li>•Capacidad de trabajar en equipo.</li> </ul>	•Informe final del trabajo en equipo.
--	---	-------------------------------	--------------	---	---------------------------------------

Fuente: elaboración propia, adaptado de los trabajos investigativos de Vega (2013) y Aldana (2012).

#### 4.3.2. *Reflexiva*

¿Qué es?

Esta estrategia se enfoca en instruir a los estudiantes para que sean capaces de transferir los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas de la vida cotidiana, con actitud dinámica e independencia, alejándose del rol tradicional de un simple receptor pasivo de la información y, por el contrario, prepara individuos aptos para aprender durante todo el transcurrir de la vida. Algunas de las estrategias reflexivas son aprendizajes basados en proyectos, análisis de videos, estudios de caso, debates, heurística, clase invertida entre otros (Falconi et al., 2017).

¿Para qué sirve?

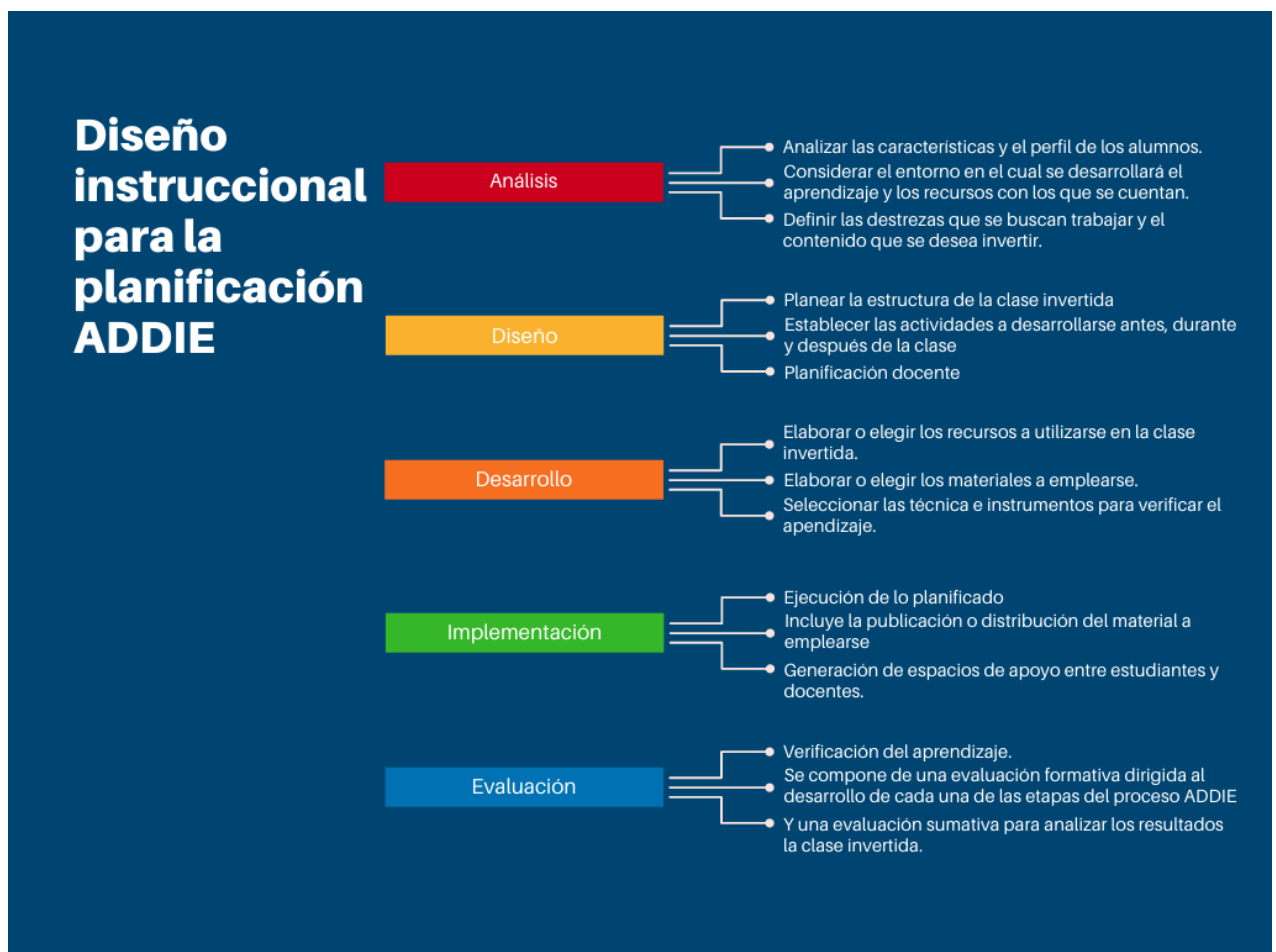
Busca desarrollar habilidades de comprensión, análisis, síntesis y autorregulación del aprendizaje, así como también potenciar actitudes, competencias, destrezas y valores para la vida.

¿Cómo se aplica?

Dentro de las estrategias reflexivas uno de los modelos pedagógicos que busca romper los paradigmas de una clase tradicional es la clase invertida o flipped classroom, misma que revoluciona el concepto de una clase meramente expositiva a una que se desarrolle en tres momentos: antes, durante y después de la clase. Brindando mayor autonomía a los alumnos y ofreciéndoles recursos multimedia para hacer del aula de clase un entorno interactivo con mayor fluidez entre docentes y estudiantes. Existen varios diseños instruccionales para la planificación, implementación y evaluación de un aula invertida, en la presente guía se detallará el modelo genérico conocido como ADDIE, un acrónimo de las etapas: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación (Farcio, 2018).

**Figura 16**

*Diseño instruccional para la planificación de la clase invertida ADDIE*



*Nota.* La figura muestra la estructura del mecanismo genérico ADDIE, para el diseño instruccional de la clase invertida. Fuente: elaboración propia, adaptado de la investigación de Olaizola (2014).

Ejemplo de una estructura modelo para el diseño de la clase invertida:

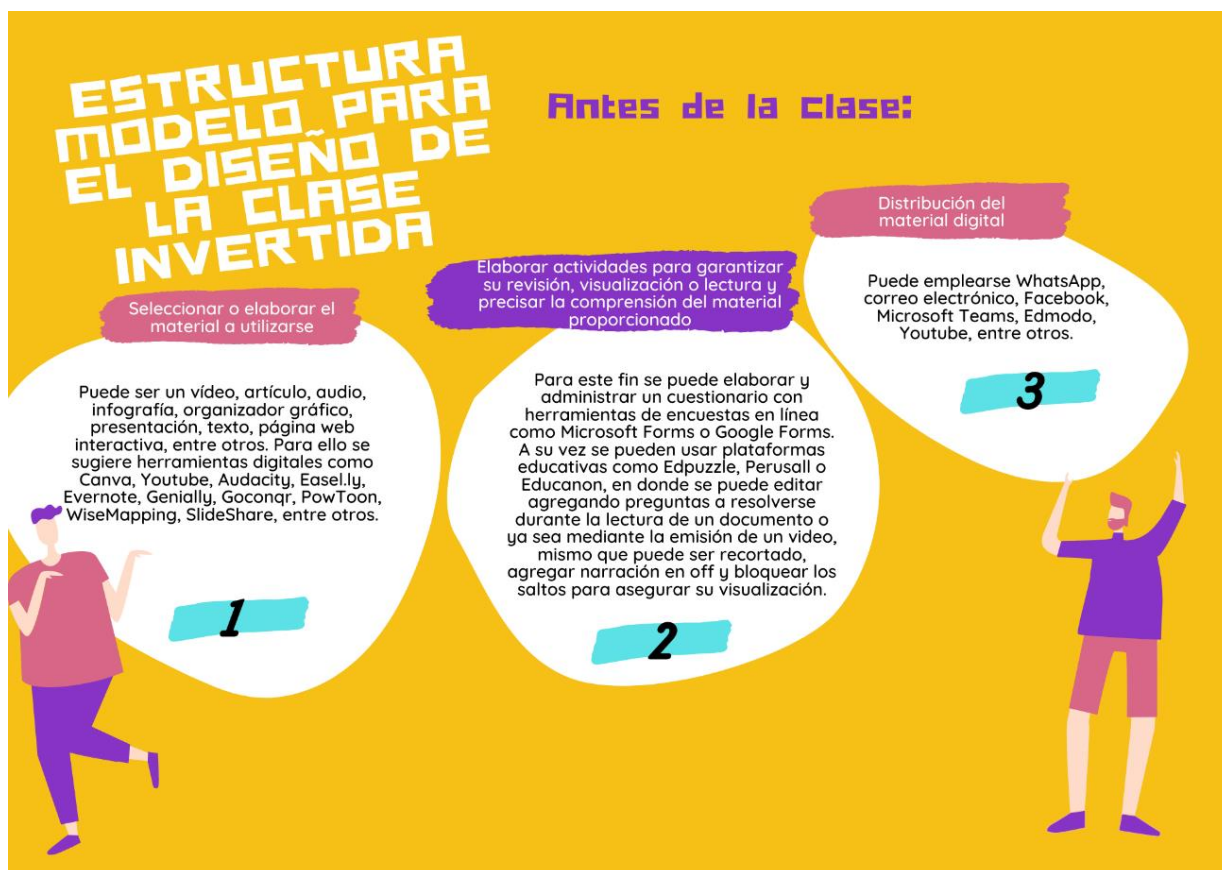
A continuación, se presenta una adaptación de la estructura modelo para el diseño de la clase invertida propuesta por Olaizola (2014).

### a. Antes de la clase

En esta fase el docente ejerce un rol central, ya que actúa como facilitador de medios digitales y recursos de contenidos educativos y evaluador del aprendizaje alcanzado a partir de los mismos.

**Figura 17**

*Estructura modelo para el diseño de la clase invertida: antes de la clase*



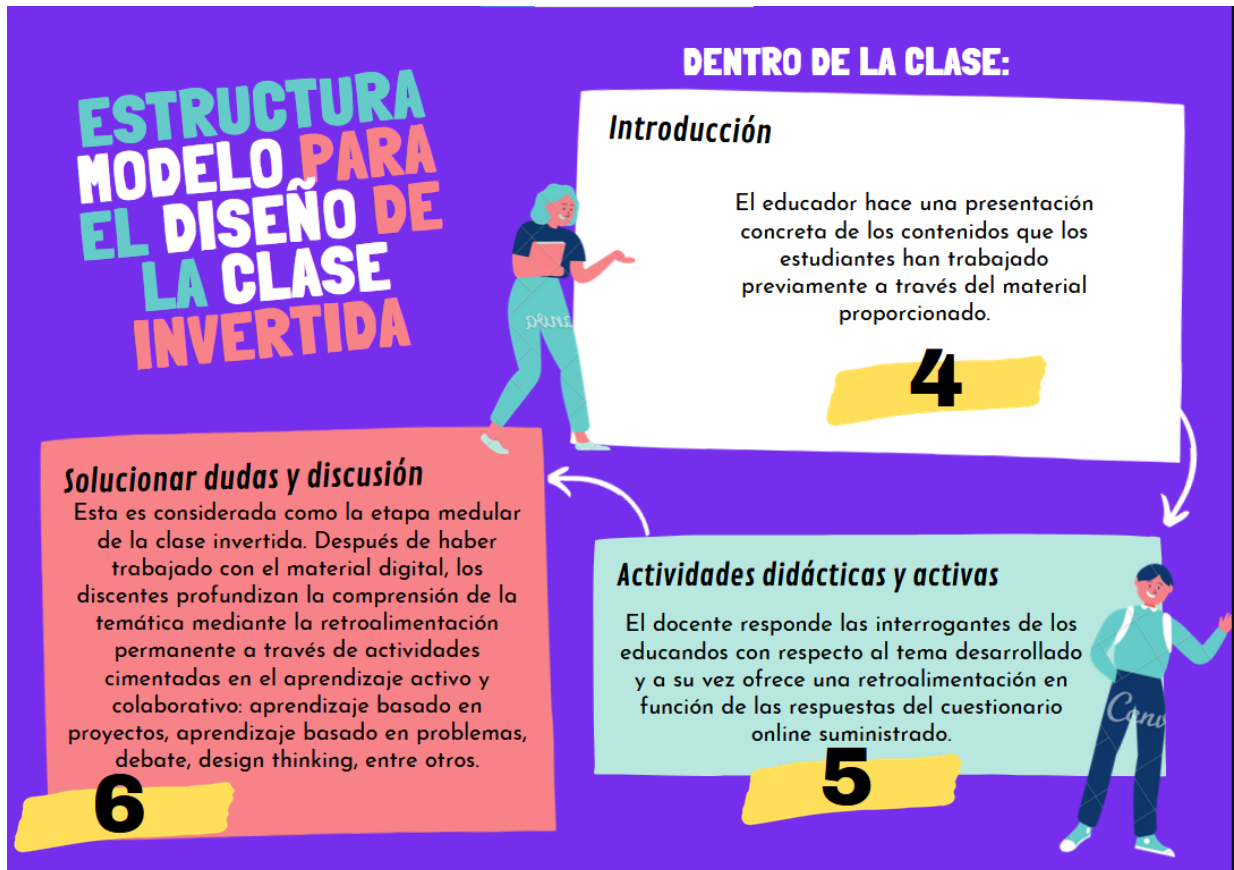
*Nota.* La figura muestra 3 fases de la estructura modelo para el diseño de la clase invertida: antes de la clase. Fuente: elaboración propia, adaptado en la propuesta de Olaizola (2014).

## b. Dentro del aula

Los estudiantes toman protagonismo de su propio proceso de aprendizaje, mientras que el docente asume el rol de guía.

**Figura 18**

*Estructura modelo para el diseño de la clase invertida: dentro de la clase*



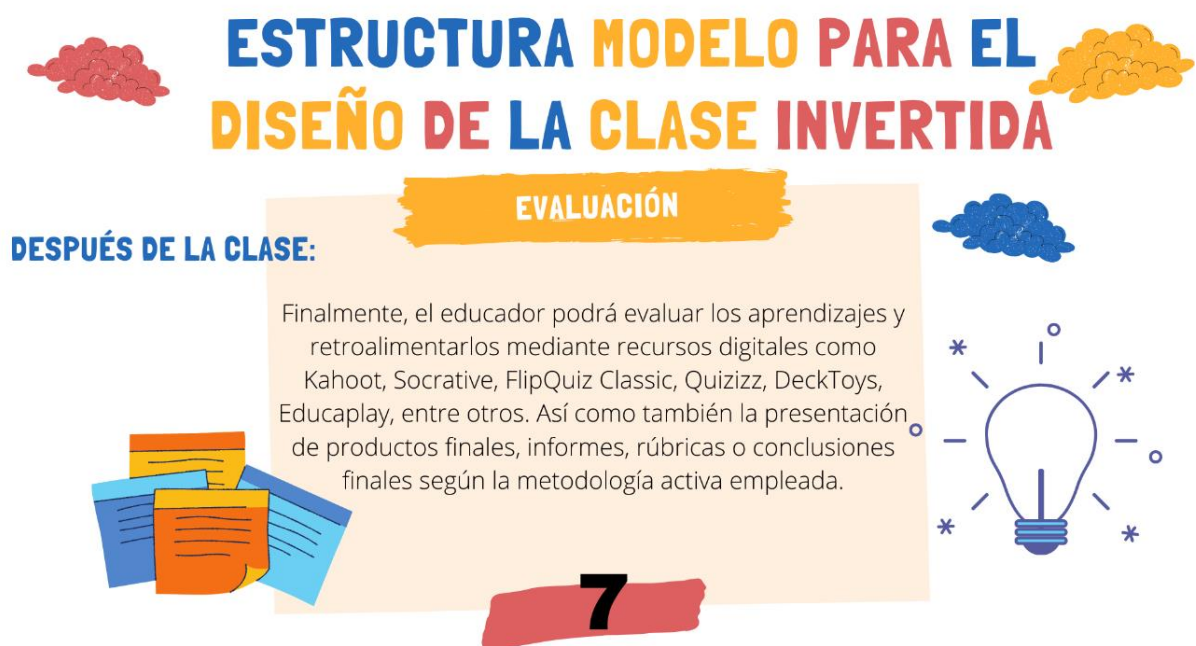
*Nota.* La figura muestra 3 fases de la estructura modelo para el diseño de la clase invertida: dentro de la clase. Fuente: elaboración propia, adaptado en la propuesta de Olaizola (2014).

### c. Después de la clase

El docente podrá ofrecer recursos adicionales que animen a profundizar los aprendizajes, además de proponer tareas basadas en actividades y problemas significativos.

**Figura 19**

*Estructura modelo para el diseño de la clase invertida: después de la clase*



*Nota.* La figura muestra el modo de evaluación de la estructura modelo para el diseño de la clase invertida: después de la clase. Fuente: elaboración propia, adaptado en la propuesta de Olaizola (2014).

### **4.3.3. Relajación y sensibilización**

¿Qué son?

La relajación busca adecuar un ambiente de armonía y equilibrio entre cuerpo y mente, algunas formas de relajación son la aromaterapia, ejercicio físico, meditación, yoga, dinámicas, gimnasia cerebral entre otros (Falconi et al., 2017). Por su parte, la sensibilización se asocia a los sentidos y busca estimular emocionalmente (Falconi et al., 2017).

¿Para qué sirven?

Genera un estado de calma, activa la motivación, mejora la atención permite a los estudiantes proyectar seguridad en las labores desarrolladas, siendo estas productivas y satisfactorias.

¿Cómo se aplican?

Dentro de estas estrategias se recomienda ampliamente la gimnasia cerebral, misma que se compone de un conjunto de ejercicios combinados y coordinados que mejoran el potencial de aprendizaje en las dimensiones lateralidad, enfoque y concentración. Optimiza el aprendizaje ayuda a expresar mejor las ideas, memorizar, manejar el estrés, incrementa la creatividad, contribuye a la salud y balance manteniendo la integración mente y cuerpo. Se constituyen en ejercicios sencillos que al ejecutarse diariamente permiten obtener resultados favorables.

Ejemplos:

- **Actividad 1:** ejercicio para la atención tomado del libro de Ibarra (2005):

**Figura 20**

*Ejercicio para la atención: abecedario loco*

**EJERCICIO PARA LA ATENCIÓN**

A	B	C	D	E	F	G
d	i	j	i	d	d	j
H	I	J	K	L	M	N
i	d	i	j	i	j	d
Ñ	O	P	Q	R	S	T
j	d	i	d	i	j	i
U	V	W	X	Y	Z	
d	i	j	d	d	i	

**PASOS:**

- Debajo de cada letra mayúscula del abecedario se encuentran las letras minúsculas "d, i, j", que tienen la siguiente correspondencia: d=brazo derecho, i=brazo izquierdo y j=ambos brazos juntos.
- El docente irá leyendo cada letra mayúscula en voz alta empezando desde la "A" hasta llegar a la "Z" mientras que los estudiantes se fijarán en la minúscula que está debajo e irán levantando y bajando ya sea su brazo derecho o izquierdo o los dos juntos, según corresponda.
- Una vez concluido el ejercicio se empieza nuevamente ahora desde la "Z" hasta llegar a la "A". Se recomienda usar "Música Barroca Para Aprender Mejor".

**BENEFICIOS:**

Favorece la concentración ayudando al cerebro a mantenerse en un estado de alerta, preparando al sistema nervioso para cualquier eventualidad; integra ambos hemisferios cerebrales, así como también la parte consciente de la inconsciente, se recomienda antes de empezar un aprendizaje difícil o resolución de un problema.

*Nota.* La figura muestra los pasos y beneficios del ejercicio para la atención denominado abecedario loco. Fuente: elaboración propia, adaptado en la propuesta de Ibarra (2005)

- **Actividad 2:** ejercicio para la respiración tomado del libro de Ibarra (2005):

**Figura 21**

*Ejercicio de respiración*

**EJERCICIO PARA LA RESPIRACIÓN**

**Pasos**

1. Adoptar una posición cómoda, puede ser sentado en una silla adoptando una postura recta en la columna y apoyando los pies sobre el piso.
2. Colocar las palmas de las manos para arriba, hacia el frente a la altura de la cintura, apoyándose sobre las piernas.
3. Cerrar los ojos mientras se presta atención a la respiración.
4. Tomar aire contando hasta diez; retener el aire contando nuevamente hasta diez.
5. Soltar el aire contando hasta diez, hasta sentir la ausencia del mismo.
6. Repetir varias veces el ejercicio
7. Estimular la audición escuchando "Mozart para Aprender Mejor"

**Beneficios**

Ayuda a la creatividad, claridad y razonamiento cerebral, proveyendo de armonía al sistema nervioso.

The infographic includes illustrations of pink leaves, an eye, an ear, a hand, a nose, and lips.

*Nota.* La figura muestra los pasos y beneficios del ejercicio para la respiración. Fuente: elaboración propia, adaptado en la propuesta de Ibarra (2005)

#### **4.3.4. Retroalimentación**

¿Qué es?

Esta estrategia refuerza los aprendizajes, instituyéndose en un momento de reflexión, donde se establecerán correctivos (Boscán, 2011).

¿Para qué sirve?

Ayuda a que los alumnos perciban al error como un elemento natural del proceso educativo, donde su detección y corrección generarán sentimientos positivos, afianzando nexos afectivos y cognitivos en la búsqueda de una educación efectiva.

¿Cómo se aplica?

Para aplicar una retroalimentación eficaz se recomienda los siguientes aspectos (Sosa, 2021):

1. Debe apoyar a los estudiantes en la comprensión del tema proporcionando claridad en su contenido.
2. Debe ser de manera oportuna para facilitar su inclusión en la práctica.
3. Se caracteriza por la utilización de un lenguaje constructivo orientada directamente a los involucrados.
4. Debe ser direccionada al desempeño, no a la persona. Es fundamental que se dirija a las estrategias, procesos y el producto.

A continuación, se presenta el formato de una ficha para una buena retroalimentación adaptada de la propuesta pedagógica de Vega y Barría (2017).

**Tabla 9**

*Formato de una ficha para una buena retroalimentación*

<b>Ficha N° (número de la ficha)</b>	
<b>Estrategia:</b> Nombre de la estrategia, en caso de ser adaptaciones se deberá acompañar con el nombre de los autores.	
<b>Descripción de la estrategia:</b> Este apartado se subdivide en cinco subapartados planteados a continuación:	
<b>Aspectos importantes de la estrategia de retroalimentación:</b> Explicar en qué consiste.	
<b>Características de la estrategia de retroalimentación:</b> Modo de orientar formativamente la estrategia.	
<b>Momento de aplicación de la estrategia de retroalimentación:</b> Se especifica cuando se aplicará la estrategia de carácter formativo.	
<b>Tipo de retroalimentación formal o informal:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Formal:</b> retroalimentación a los contenidos de una manera estructurada mediante un plan durante un tiempo establecido.</li><li>● <b>Informal:</b> incitar al estudiante a reflexionar sobre el trabajo desempeñado, puede ser una charla.</li></ul>	
<b>Tipo de retroalimentación centrada en el producto, proceso o autorregulación.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Retroalimentación sobre el producto:</b> indica al estudiante que tan satisfactoriamente ha sido realizada un trabajo.</li><li>● <b>Retroalimentación en el proceso de la tarea:</b> relacionada con los procesos que se llevan a cabo para la realización de una actividad.</li><li>● <b>Retroalimentación de la autorregulación:</b> explicación que direcciona al estudiante a la reflexión sobre su aprendizaje.</li></ul>	
<b>Dimensión de la motivación:</b> Metas académicas o sociales. <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Metas académicas:</b> comportamiento dentro del aula de clase, metas en la vida escolar.</li></ul>	<b>Procedimiento evaluativo:</b> ¿Cómo se evalúa el aprendizaje? <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>De observación:</b> observación del accionar de los estudiantes en el desarrollo de actividades de aprendizaje planteadas por el docente, los instrumentos a</li></ul>

---

● **Metas sociales:** referidas a la consecución de objetivos sociales.

utilizarse son rúbricas, listas de cotejo, escalas de estimación y registro anecdótico.

● **De prueba:** diseñados por el docente y aplicados de modo escrito, ya sea individual como colectivamente. Estos instrumentos son: Ensayos, pruebas, guías de actividades o ejercicios, entrevistas y cuestionarios.

● **De informe:** procedimientos amplios en su temporalidad que pueden comprender un grupo de clases, una unidad, un parcial o inclusive un quimestre. Estos instrumentos son informe escrito, bitácora de aprendizaje y portafolio de aprendizaje.

---

#### **Situación pedagógica matemática:**

Se narran la situación y los motivos por los cuales se utiliza la estrategia de retroalimentación ya sea del aula en general, de un grupo de alumnos o de manera individual, esto dependerá de las necesidades encontradas por el educador. Los criterios a ejemplificarse pueden ser:

Número de estudiantes, edad, rendimiento deficiente, predisposición al trabajo individual o grupal, conducta, confusión en los procesos o conceptos, disposición y motivación para el aprendizaje.

---

Fuente: elaboración propia, adaptada de la propuesta pedagógica de Vega y Barría (2017).

Ejemplos:

Seguidamente se presenta dos ejemplares de fichas con estrategias para una buena retroalimentación, adaptadas de la investigación de Vega y Barría (2017).

**Tabla 10**

*Modelo de una ficha para una buena retroalimentación en base a la estrategia: Mensaje de retroalimentación.*

<b>Ficha N° (número de la ficha)</b>
<b>Estrategia:</b> Mensaje de retroalimentación. Adaptado de Vega y Barría (2017).
<b>Descripción de la estrategia:</b>
<b>Aspectos importantes de la estrategia de retroalimentación:</b> Esta estrategia consiste en que el docente entregará comentarios escritos durante el desarrollo de la clase, de manera individual, a ciertos estudiantes en los cuales considere que es necesario retroalimentar en el proceso. Para luego esperar que en base al comentario el estudiante reflexione y refleje iniciativas de mejora dentro de la clase, en caso de no obtener resultados favorables será recomendable mantener un coloquio constructivo con el educando. Es muy importante que el mensaje únicamente sea escrito, ya que es competencia específicamente del alumno saber sobre su proceso de aprendizaje.
<b>Características de la estrategia de retroalimentación:</b> Para que la estrategia sea formativa se deberán emplear comentarios escritos con lenguaje positivo, propositivo y claro, valorando los logros alcanzados y evitando la frustración al exponer el error encontrado, de modo que desarrolle tolerancia al fracaso.
<b>Momento de aplicación de la estrategia de retroalimentación:</b> Dependerá del nivel de logro alcanzado por los alumnos. Su aplicación de la estrategia puede darse de modo espontáneo en el contexto de la clase. Si un estudiante va bien encaminado en el desarrollo de determinada actividad, se cree conveniente entregar un mensaje que refuerce su desempeño; por el contrario, si el estudiante no cumple con lo que se espera tanto en comprensión o actitud, será importante que el mensaje contenga modificaciones sugeridas que promuevan su mejora.
<b>Tipo de retroalimentación formal o informal:</b> Retroalimentación informal ya que se suscita a partir de situaciones observadas en clase y se orienta al estudiante a la reflexión sobre su proceso formativo.
<b>Tipo de retroalimentación centrada en el producto, proceso o autorregulación.</b>

La retroalimentación está centrada en la autorregulación, ya que invita al estudiante a reflexionar sobre su aprendizaje.

**Dimensión de la motivación:**

La retroalimentación está orientada a una meta académica, logre las destrezas débiles para que se dirija al estudiante a que reconozca sus habilidades y las potencie.

**Procedimiento evaluativo:**

De observación: puede llevarse a través de indicadores contenidos en una rúbrica o una lista de cotejo.

De prueba: puede originarse mediante una guía de aprendizaje.

De informe: generar comentarios desde un portafolio.

---

**Situación pedagógica matemática:**

El ejemplo presentado es parte del trabajo investigativo de Vega y Barría (2017):

Luego de exponer algunos elementos importantes acerca de los productos notables y factorizaciones, el docente hace entrega de una guía de aprendizaje para ser desarrollada durante la clase. Mientras se desarrolla la actividad, el docente observa que un estudiante está confundiendo los productos notables denominados ‘cuadrado de binomio’ y ‘suma por su diferencia’, al momento de resolver una situación algebraica. El docente decide utilizar la estrategia ‘Mensaje de retroalimentación’, debido a que el estudiante es tímido y presenta dificultades para expresar sus dudas por temor a burlas. Entonces, el docente cautelosamente le escribe lo siguiente: - ¡Excelente esfuerzo Pedro! Pero OJO: reflexiona en qué se diferencian el cuadrado de binomio, con la suma por su diferencia, para desarrollar el problema de manera correcta. MANOS A LA OBRA. - El docente entrega el mensaje al estudiante y posteriormente observa el comportamiento de Pedro respecto al mensaje dado, minutos más tarde revisa el trabajo del curso en general, y vela para que efectivamente Pedro desarrolle correctamente la actividad. (p. 39)

---

Fuente: elaboración propia, adaptada de la propuesta pedagógica de Vega y Barría (2017).

**Tabla 11**

*Modelo de una ficha para una buena retroalimentación en base a la estrategia: Ejemplares de rendimiento*

<b>Ficha N° (número de la ficha)</b>	
<b>Estrategia:</b> Ejemplares de rendimiento. Adaptado de Vega y Barría (2017).	
<b>Descripción de la estrategia:</b>	
<b>Aspectos importantes de la estrategia de retroalimentación:</b> Radica en diseñar ejemplos de trabajos, actividades, algoritmos o procesos desarrollados de manera eficiente y detallada (puede contener explicaciones paso a paso) donde el estudiante pueda dirigir su accionar en base a la referencia recibida	
<b>Características de la estrategia de retroalimentación:</b> Es de carácter formativo, ya que se da a conocer al estudiante el nivel máximo de logro a alcanzar. Generando aprendizajes más profundos debido a que el estudiante podrá conocer cuanto a progresado y elaborar autorreflexiones sobre el trabajo desempeñado.	
<b>Momento de aplicación de la estrategia de retroalimentación:</b> El momento apropiado para su aplicación es al comienzo de un proceso de aprendizaje, debido a que entrega directrices para desarrollarlo.	
<b>Tipo de retroalimentación formal o informal:</b> Formal, pues retroalimenta mediante un plan anticipadamente ideado por el docente.	
<b>Tipo de retroalimentación centrada en el producto, proceso o autorregulación.</b> Basada en la autorregulación, ya que orienta a los estudiantes a elaborar una tarea eficiente de una manera autónoma y con responsabilidad.	
<b>Dimensión de la motivación:</b> Considera una meta académica de rendimiento debido a que el interés se centra en la habilidad a potenciarse.	<b>Procedimiento evaluativo:</b> De observación: una rúbrica que contengan aspectos a ser evaluados por medio del ejemplar de rendimiento. De prueba: entrega de una guía de aprendizaje, donde se problematizan

---

situaciones y se da a conocer la manera correcta de resolverlas.

De Informe: bitácora de trabajo donde se registren los avances obtenidos.

---

### **Situación pedagógica matemática:**

El ejemplo presentado es parte del trabajo investigativo de Vega y Barría (2017):

En el curso, luego de exponerse la clase teórica de los contenidos correspondientes al 'área y volumen de cuerpos geométricos', el docente se dispone a dividir al curso en grupos de tres estudiantes, para desarrollar una actividad práctica, la que consiste en construir manualmente los distintos cuerpos geométricos estudiados en clases, los cuales deberán construirse con cartulinas de colores. Con la finalidad de llevar a cabo la actividad de forma correcta, el docente lleva a la sala de clases una serie de cuerpos geométricos diseñados por estudiantes que construyeron los cuerpos geométricos en años anteriores, y cuya calidad es muy alta, esto con la finalidad de otorgar a los estudiantes un ejemplo de lo que deben conseguir trabajando en equipo.

Los estudiantes, al ver el final del trabajo que deben desarrollar, comenzarán a esforzarse orientando su desempeño con el ejemplo traído por el docente. (p. 43)

---

Fuente: elaboración propia, adaptada de la propuesta pedagógica de Vega y Barría (2017).

## **5. SIETE PASOS PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LA MEMORIA DE LARGO PLAZO POR ROBERTO ROSLER**

El Dr. Roberto Rosler, médico neurocirujano, profesor, investigador y director académico de la Asociación Educar para el Desarrollo Humano, señala siete pasos para la trabajar la consolidación de la información en la memoria de largo plazo.

**Figura 22**

*Siete pasos para la consolidación de la memoria de largo plazo*



Fuente: elaboración propia, adaptado del documento Profuturo (2020)

### **5.1. Abrir las memorias sensoriales**

La información ingresa a partir de los sentidos, para lo cual es favorable iniciar la clase con un factor de novedad como un dato curioso, noticia, imagen impactante, película, video o un objeto

inherente al tema a desarrollarse; en torno al cual se generarán ideas, gráficas, cálculos, entre otros. Se recomiendan tomar en cuenta estas 5 estrategias:

**Figura 23**

*Estrategias para activar las memorias sensoriales*



Fuente: elaboración propia, adaptado del documento Profuturo (2020)

## 5.2. Hacer pensar a los alumnos sobre la información y contenidos trabajados

La información captada por las memorias sensoriales pasa a la memoria de trabajo. Hacer reflexionar o pensar a los alumnos, permite trabajar con dicha información a manera de que se

puedan generar conexiones con la experiencia previa existente en la memoria de largo plazo. La reflexión se origina en la corteza prefrontal, la cual es responsable de la memoria de trabajo.

**Figura 24**


*Hacer pensar a los alumnos sobre la información y contenidos trabajados*

## HACER PENSAR A LOS ALUMNOS SOBRE LA INFORMACIÓN Y CONTENIDOS TRABAJADOS

**Consideraciones:**


### MEMORIA DE TRABAJO

En el proceso de pensar sobre la información y combinarla con su conocimiento previo, el cerebro toma la información de la memoria inmediata y la procesa en la memoria de trabajo; este proceso, permite retener la nueva información mientras el cerebro busca en la memoria de largo plazo patrones o conexiones con las cuales pueda conectarla.




### ESTRATEGIAS

- Hacer preguntas exploratorias siguiendo el método socrático.
- Que se dé un tiempo de al menos 3 a 5 minutos para pensar.
- Que este proceso se realice en silencio.



### CARACTERÍSTICAS DE UNA CLASE REFLEXIVA



**Preguntar**

**Escribir un diario**

**Aprendizaje colaborativo**

**Visualizar**

Esta fase permite al docente verificar si se han comprendido los conceptos o existen lagunas de información.

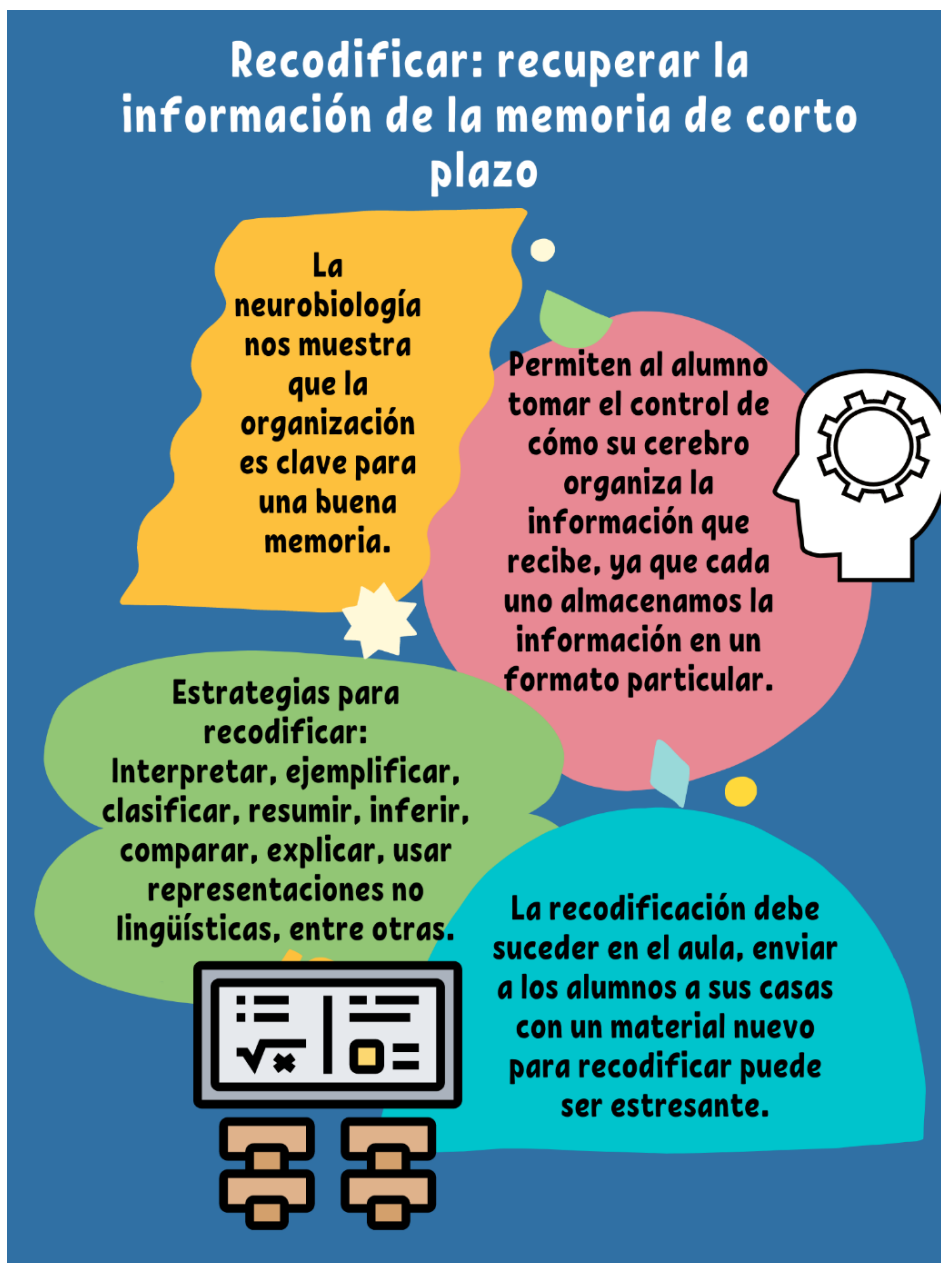
Fuente: elaboración propia, adaptado del documento Profuturo (2020)

### 5.3. Recodificar la información de la memoria de corto plazo

Recodificar consiste en que el estudiante reproduzca con sus propias palabras la información que aún se encuentra en su memoria de trabajo. Hecho que permite recordar de una mejor manera y faculta su almacenamiento en la memoria de largo plazo.

**Figura 25**

*Recodificar la información de la memoria de corto plazo*



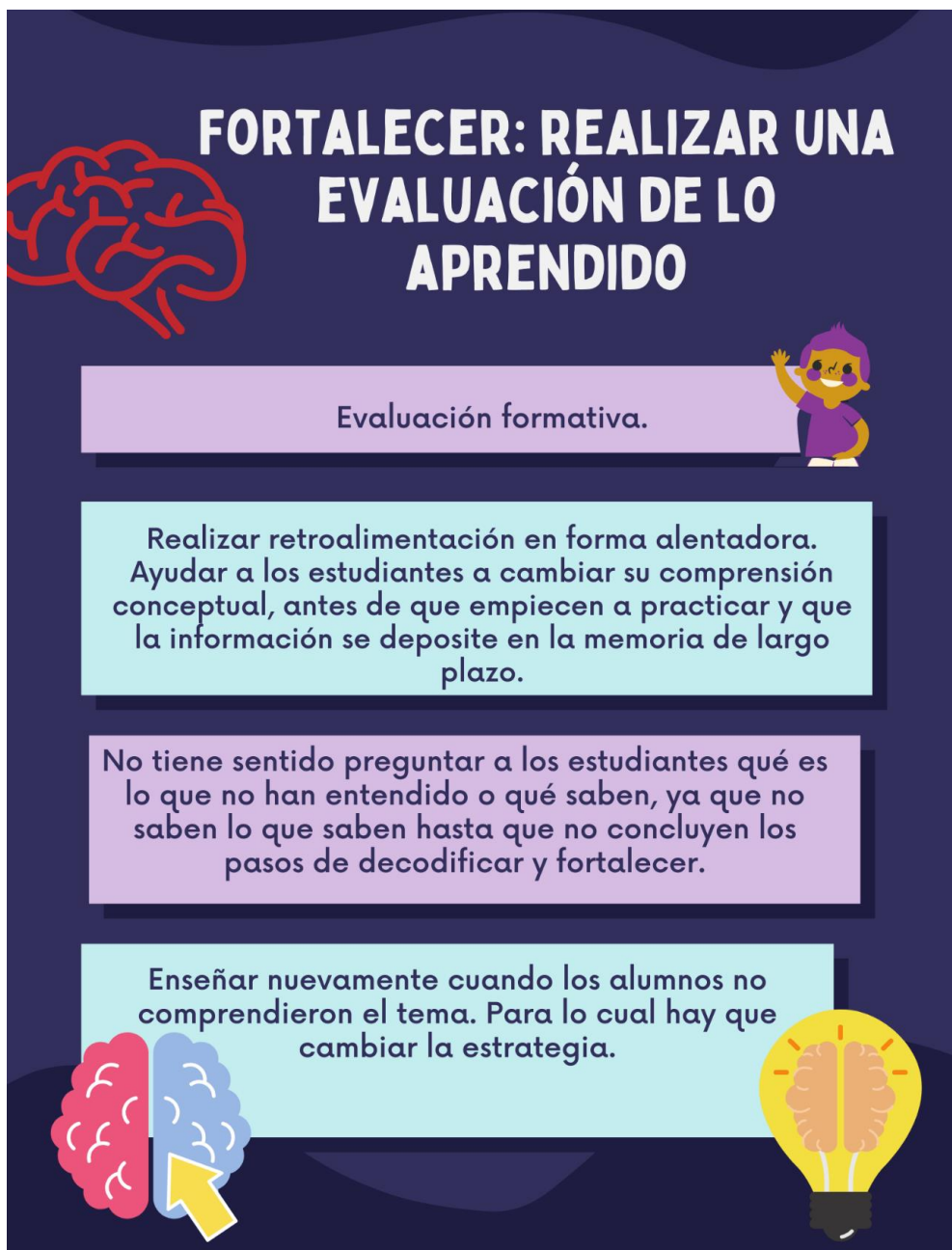
Fuente: elaboración propia, adaptado del documento Profuturo (2020)

#### 5.4.Fortalecer: realizar una evaluación de lo aprendido

Como manera de fortalecer las conexiones neuronales, la memoria y el aprendizaje, es recomendable aplicar una evaluación de carácter formativa, es decir, una evaluación para el aprendizaje.

**Figura 26**

*Fortalecer: realizar una evaluación de lo aprendido*



Fuente: elaboración propia, adaptado del documento Profuturo (2020)

## 5.5.Practicar: repetir, volver a trabajar sobre los contenidos

A partir de esta fase se busca la transferencia de la información a la memoria de largo plazo, para lo cual se precisa practicar a través de múltiples ejercicios con la finalidad de lograr la permanencia de la red neuronal. Tomar en cuenta que múltiples experiencias aportan memorias más sólidas.

**Figura 27**

*Practicar: repetir, volver a trabajar sobre los contenidos*



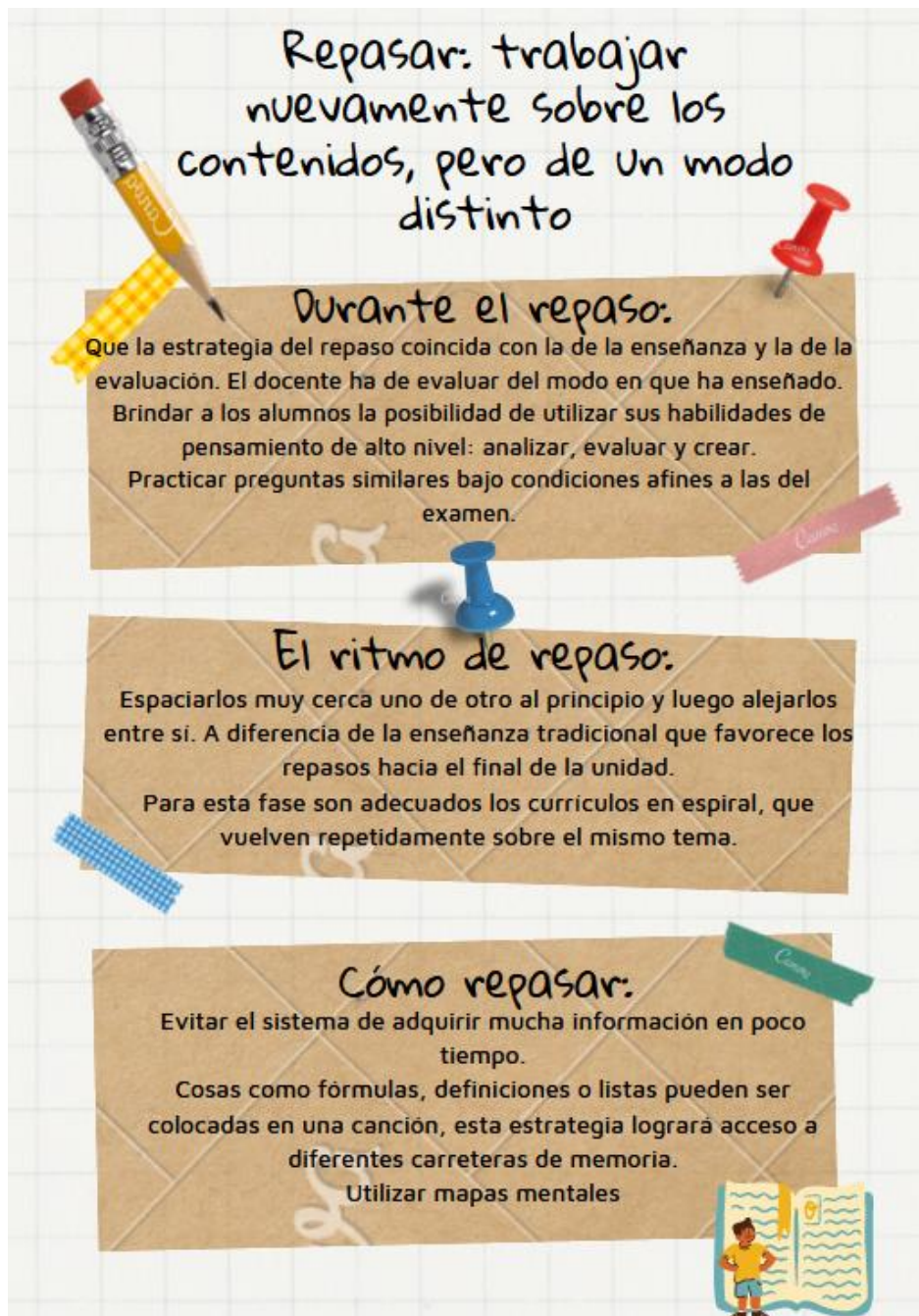
Fuente: elaboración propia, adaptado del documento Profuturo (2020)

## 5.6.Repasar: trabajar nuevamente sobre los contenidos, pero de un modo distinto

En tanto que la práctica consolida la información en la memoria a largo plazo, el repaso permite recuperarla, manipularla y reorganizarla en la memoria de trabajo, aumentando las sinapsis y evitando así la poda neuronal.

**Figura 28**

*Repasar: trabajar nuevamente sobre los contenidos, pero de un modo distinto*



Fuente: elaboración propia, adaptado del documento Profuturo (2020)

El repaso podrá mostrar las dificultades de ciertos estudiantes en depositar la información en su memoria a largo plazo o los inconvenientes para recuperarla, es ahí donde el docente deberá volver a enseñar con distintos recursos y estrategias, ya que volver a enseñar es mucho más que repetir.

Los educadores deben evitar cometer lo que Roberto Rosler llama “asumicidios”, como el asumir que los alumnos tienen estrategias de estudio, conocimientos previos, herramientas para la resolución de problemas o saben cómo resolver una evaluación. Es el docente quien debe entrenarlos, como por ejemplo al momento de enfrentar una evaluación el profesor debe capacitarlos en cuanto a aspectos como los límites temporales, la distribución de los pupitres destinada para el efecto, tipo de interrogantes, entre otros, de modo que se origine un ambiente familiar y confiable.

### **5.7.Recordar y recuperar la información**

Recordar es el proceso de acceder a la memoria de largo plazo para trasladar la información a la memoria de trabajo, de manera que esta pueda ser utilizada para la resolución de problemas. Para recuperar la información se debe tomar en cuenta que la guardamos por asociaciones o semejanzas, pero debe ser recuperada por diferencias; por lo tanto, se necesitarán pistas o claves para rememorarla.


Existen problemas en la recuperación cuando hay incompatibilidad entre la forma de enseñar, repasar y evaluar. Además, en el proceso de evaluación debe considerarse que el vocabulario empleado sea conocido por el alumno, de manera que ese aspecto no dificulte su comprensión.

**Figura 29**

*Recordar y recuperar la información*

## RECORDAR Y RECUPERAR LA INFORMACIÓN

**RECUERDA:**



- Las evaluaciones con mayor nivel de complejidad al practicarlo y repasado por los alumnos generarán un mal rendimiento.
- La recuperación resultará más rápida si se utiliza la misma carretera de memoria empleada en los repasos.

### FACTORES QUE PERMITEN EL MANEJO DE ESTRÉS EN LAS EVALUACIONES:

- Previsibilidad: Los alumnos están familiarizados con el tipo y el contenido de la evaluación, gracias a los repasos desarrollados.
- Elección: los alumnos tienen opciones, resulta tan sencillo como ofrecerles 4 preguntas, pero solo pedir que se resuelvan 3.
- Sentimiento de control: autoconfianza como producto de la práctica y repaso adecuado.
- Interacción social: ambiente armónico de aula
- Actividad física: se puede ofrecer a los alumnos opciones interesantes de hacer ejercicios o movimientos antes de la evaluación para reducir el estrés.

### CUANDO LA RECUPERACIÓN FALLA, REVISAR FACTORES:

- Tendencia a cambiar la dirección de la enseñanza a medida que se avanza en los contenidos.
- Poco tiempo para la reflexión debido a las prisas por completar los contenidos del currículo
- Controlar si se está proporcionando una retroalimentación adecuada e inmediata para corregir ideas erróneas y fortalecer las conexiones entre las memorias.
- Desarrollo de la diferenciación mediante diversas estrategias que se adapten al modo de aprender de los alumnos.
- El adecuado espaciado entre los repasos.

Fuente: elaboración propia, adaptado del documento Profuturo (2020)

A continuación, se presenta un ejemplo de este método aplicado a la matemática:

**Figura 30**

*Aplicación del modelo práctico de Roberto Rosler en la función lineal.*

# Aplicación del modelo práctico de Roberto Rosler en la función lineal.


## 1 Memorias Sensoriales

Presentarles a los estudiantes un video sobre las funciones lineales aplicadas a la vida cotidiana.

## 2 Pensar

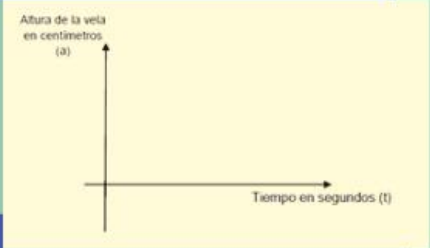
Presentarles una vela y hacerles las siguientes preguntas tomando como base el video presentado:

- a. Al encenderla es evidente que se consumirá. ¿Cuánto tiempo tarda en derretirse?
- b. ¿Qué tan rápido se consumirá la vela?
- c. ¿El desgaste de la vela se dará con la misma rapidez en todo momento?
- d. ¿Cómo expresar la rapidez con la que se desgasta la vela?
- e. Al medir el tamaño de la vela gradualmente. ¿Disminuirá constantemente?
- f. ¿Cómo predecir la medida aproximada de la vela en un tiempo dado?
- g. Si se representa mediante una gráfica el tamaño de la vela a medida que pasa el tiempo. ¿Cuál es el tipo de gráfico más conveniente? ¿por qué?
- h. ¿Qué forma tendrá la gráfica si se emplea un plano de coordenadas como el siguiente?



## 3 Recodificar

Altura de la vela en centímetros (a)



Tiempo en Segundos (t)

El estudiante deberá inferir lo aprendido mediante un taller grupal en clase que guarda relación con las preguntas anteriormente planteadas, de manera que la práctica permitirá contrastar las respuestas y conjeturas anteriores con datos obtenidos de la observación y medición hecha.

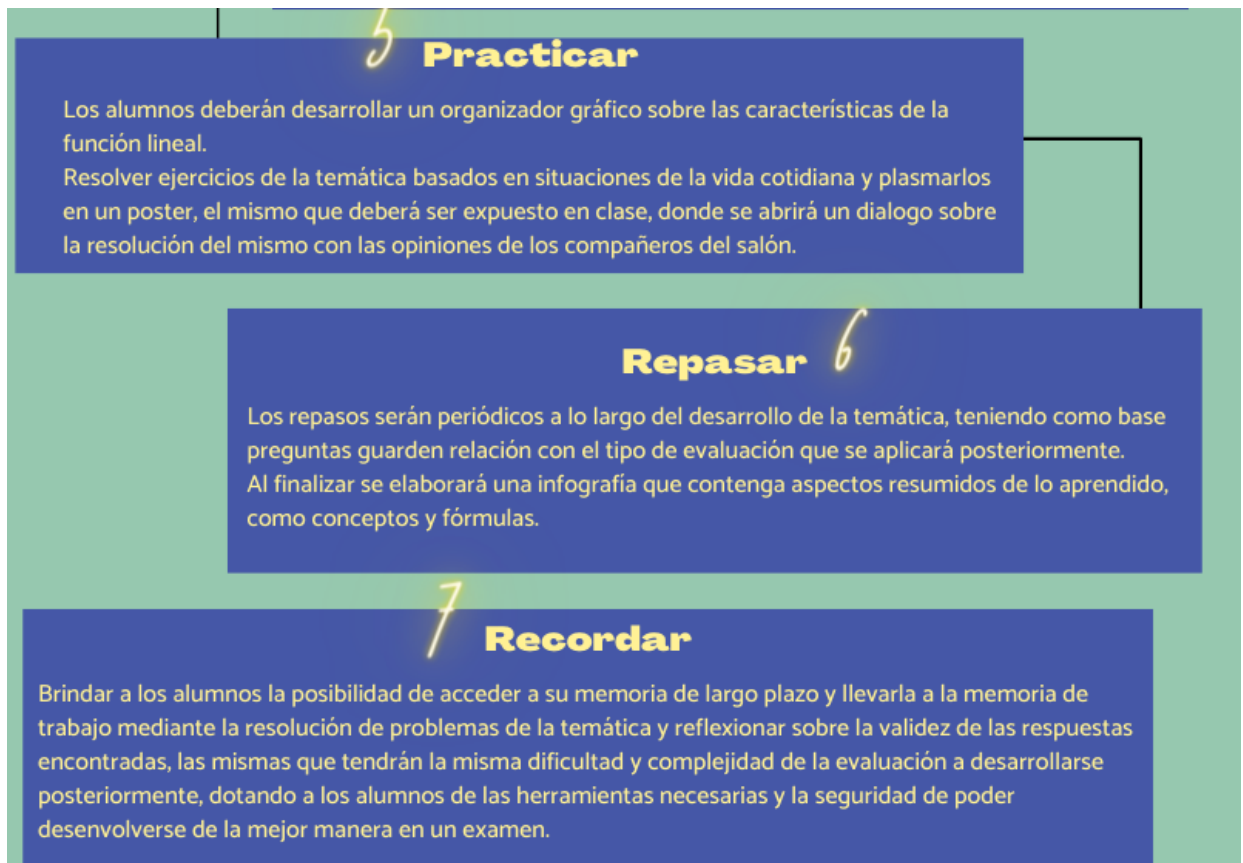
La práctica consiste en medir la altura de la vela a medida que pasa el tiempo; por lo tanto, se debe asegurar que las mediciones tanto de tiempo como de altura sean lo más exactas posible y formar un modelo matemático con los resultados obtenidos en la práctica.

Los alumnos deberán explicar con sus propias palabras el tipo de función encontrada y sus características en la hoja de trabajo facilitada por el docente.

## 4 Fortificar

Se desarrollará una evaluación formativa que se constituirá en una rúbrica que recogerá el desenvolvimiento de los estudiantes durante la práctica.

Mediante la observación del desarrollo del taller grupal, tomando como base la rúbrica y las respuestas de las hojas de trabajo, el docente podrá determinar qué aspectos se necesitarán reforzar, para poder desarrollar la respectiva retroalimentación del tema visto.



Fuente: elaboración propia.

## 6. CONCLUSIÓN

La educación debe preparar individuos capaces de adaptarse y responder a las nuevas necesidades del entorno; replantear la educación y el aprendizaje para mejorar las prácticas de enseñanza, frente a ello la neurociencia a través de sus investigaciones abre nuevas y prometedoras posibilidades, al estudiar el desarrollo y funcionamiento del cerebro en las distintas fases de la vida del ser humano, su capacidad de respuesta para adaptarse a las demandas del contexto, precisando el efecto de factores ambientales y direccionando la labor docente, con propuestas e iniciativas holísticas que tomen en cuenta las relaciones de interdependencia del bienestar físico, intelectual, cognitivo, emocional y creativo del discente.

La neuroeducación posibilita un enfoque biopsicosocial en la educación, es decir provee de un proceso de enseñanza y aprendizaje holístico donde la biología, la sociología, psicología y la pedagogía se integran posibilitando la comprensión de las estructuras y procesos cerebrales

tales como los sistemas sensoriales y motores, el lenguaje, la lógica, la memoria, la atención, las emociones, el comportamiento y el resto de las funciones ejecutivas. Además, permite reconocer factores de riesgo para el desarrollo cerebral como el estrés, las emociones negativas, entre otros, con la finalidad de generar un entorno saludable para el aprendizaje.

Es así como la presente guía de estrategias neurodidácticas para el neuroaprendizaje de la matemática orientará la labor educativa del educador, permitiendo aprovechar todos los aportes de las neurociencias proporcionados por investigadores, donde tanto estudiantes como docentes se verán beneficiados, contando con estrategias didácticas que estimulen factores neuroeducativos.

Frente a lo expuesto, para asegurar la continuidad del proceso educativo actual, el docente debe capacitarse continuamente con herramientas innovadoras que le permitan incidir en el estudiante de un modo más atractivo y motivador, siendo imprescindible el uso de metodologías y técnicas que atraigan la curiosidad, generen empatía, potencien la creatividad e inciten a desarrollar la autogestión y metacognición en los estudiantes desde la visión integral de las neurociencias.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldana, C. (2012). Trabajo colaborativo en el área de Matemáticas. *En Blanco & Negro*, 3(1), 26-35. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/view/2889>

Boscán, A. (2011). *Modelo didáctico basado en las neurociencias para la enseñanza de las ciencias naturales* [Tesis de doctorado, Universidad Rafael Belloso Chasín]. Archivo digital. <https://es.slideshare.net/boscanandrade/estrategias-neurodidacticas>

Casafont, R. (2017). *Educarnos para educar*. Paidós

De La Fuente, E. (2017). Enseñanza de la matemática por la mayéutica. *Praxis Investigativa ReDIE*, 9(17), 53-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6560023>

- Díaz, G. (2020). Perfil de dominancia cerebral de estudiantes de ciencias económicas y empresariales de la Universidad Rafael Landívar. *Revista académica ECO*, (22), 41-55. <http://www.revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/race/article/view/1342>
- Estrada, M., Monferrer, D. y Moliner, M. (2017). Relación entre los estilos de aprendizaje según el modelo de cerebro total y la inteligencia emocional. *XXIX Congreso de Marketing AEMARK*, (29), 1471-1482. <https://idus.us.es/handle/11441/78134>
- Falconi, A., Alajo, A., Cueva, M., Mendoza, R., Ramírez, S. y Palma, E. (2017). Las neurociencias: una visión de su aplicación en la educación. *Revista Órbita Pedagógica*, 4(1), 61-74. <http://education.esp.macam.ac.il/article/1742>
- Farcio, M. (2018). *“Aprendizaje invertido” como metodología activa para lograr habilidades investigativas en estudiantes del sexto ciclo del área de microbiología y parasitología de la UNPRG 2017* [Tesis de maestría, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/6008>
- García-Ramírez, Y. (2019). Estilos de aprendizaje en estudiantes de Ingeniería Civil en Ecuador. *Revista espacios*, 40(39), 22-40. [https://www.researchgate.net/publication/337167335\\_Estilos\\_de\\_aprendizaje\\_en\\_estudiantes\\_de\\_Ingenieria\\_Civil\\_en\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/337167335_Estilos_de_aprendizaje_en_estudiantes_de_Ingenieria_Civil_en_Ecuador)
- Guato, C. (2018). *Diseño de la unidad didáctica: “sistemas de ecuaciones lineales”* [Tesis de maestría, Universidad Nacional De Educación]. Repositorio Universidad Nacional De Educación. <http://201.159.222.12:8080/bitstream/56000/901/1/TFM-EM-78.pdf>
- Ibarra, L. (2005). *Aprende mejor con gimnasia cerebral* (11.ªed.). Garnik
- Mato-Vázquez, D., Espiñeira, E. y López-Chao, V. (2017). Impacto del uso de estrategias metacognitivas en la enseñanza de las matemáticas. *Perfiles Educativos*, 39(158), 91-111. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26982017000400091](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982017000400091)
- Olaizola, A. (2014). La clase invertida: usar las TIC para “dar vuelta” a la clase [conferencia]. *Actas de las X Jornadas de Material Didáctico y Experiencias Innovadoras en Educación Superior*, Buenos Aires, Argentina.

[https://www.academia.edu/8350587/La\\_clase\\_invertida\\_usar\\_las\\_TIC\\_para\\_dar\\_vuelta\\_a\\_la\\_clase\\_](https://www.academia.edu/8350587/La_clase_invertida_usar_las_TIC_para_dar_vuelta_a_la_clase_)

Pérez, R. (2006). *Mapas conceptuales y aprendizaje de matemáticas* [conferencia]. Second Int. Conference on Concept Mapping, Costa Rica. <http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p35.pdf>

Profuturo. (2020). *Mooc Neurodidáctica: La Memoria*. Telefónica educación digital

Ramírez, F. y Lora, Y. (2015). Los mapas mentales como alternativa en la enseñanza de las matemáticas en Formación Profesional Básica [conferencia]. *Jornadas sobre el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas*, Cartagena, Colombia. <https://17jaem.semrm.com/aportaciones/n157.pdf>

Sosa, D. (2021). Retroalimentación como estrategia para enseñanza y aprendizaje de matemáticas. *Advances in Engineering and Innovation*, 6(12), 1-13. <http://www.progreso.tecnm.mx/revistaAEI/index.php/aei/article/view/66>

Tacca, D., Tacca, A. y Alva, M. (2019). Estrategias neurodidácticas, satisfacción y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 10(2), 15-32. <https://doi.org/10.18861/cied.2019.10.2.2905>

Vega, C. (2013, del 24 al 27 de septiembre). Rompecabezas y rally, estrategias didácticas para diseñar ambientes de aprendizaje activo y colaborativo en ingeniería [conferencia]. *Innovación en investigación y educación en ingeniería: factores claves para la competitividad global*, Cartagena, Colombia. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/1480>

Vega, K. y Barría, C. (2017). *Estrategias de retroalimentación para una evaluación orientada al aprendizaje matemático con énfasis en aspectos motivacionales* [Tesis de pregrado, Universidad Austral De Chile]. Repositorio Universidad Austral De Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmv422p/doc/bpmv422p.pdf>

Velásquez, B., Remolina, N. y Calle, M. (2007). Determinación del perfil de dominancia cerebral o formas de pensamiento de los estudiantes de primer semestre del programa de bacteriología y laboratorio clínico de la Universidad Colegio Mayor de

Cundinamarca. *NOVA*, 5(7), 48-56.  
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/373>

Vidal et al. (2007). Vidal, M., Vialart, N. y Ríos, D. (2007). Mapas conceptuales: Una estrategia para el aprendizaje. *Educación Médica Superior*, 21(3), 1-6.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412007000300007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412007000300007)

Zambrano, D. y Zambrano, M. (2019). Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) en la educación superior: consideraciones teóricas. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*, 7(1), 213-228.  
<http://refcale.uleam.edu.ec/index.php/refcale/article/view/2750/1795>