



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, VINCULACIÓN Y
POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

“Impacto de la Neurobiología en el aprendizaje de Química en estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausí-Chimborazo periodo 2024-2025”

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Magíster en pedagogía de las Ciencias Experimentales, mención Química
y Biología

AUTOR:

Sánchez Chacaguasay, Néstor Freddy

TUTOR:

Dr., Maldonado Gavilanez Claudio Eduardo, Mgs.

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA

De mi consideración:

Yo, **Néstor Freddy Sánchez Chacaguasay**, con número único de identificación **0604972240**, declaro y acepto ser responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en el presente trabajo de titulación denominado: **“IMPACTO DE LA NEUROBIOLOGÍA EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO DE LA UNIDAD EDUCATIVA SAN FRANCISCO DE SALES, ALAUSÍ-CHIMBORAZO PERIODO 2024-2025”**, previo a la obtención del grado de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención Química y Biología.

- Declaro que mi trabajo investigativo pertenece al patrimonio de la Universidad Nacional de Chimborazo de conformidad con lo establecido en el artículo 20 literal j) de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.
- Autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo que pueda hacer uso del referido trabajo de titulación y a difundirlo como estime conveniente por cualquier medio conocido, y para que sea integrado en formato digital al Sistema de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, dando cumplimiento de esta manera a lo estipulado en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.

Atentamente,



Néstor Freddy Sánchez Chacaguasay

C.I. 060497224-0



Riobamba, 17 de septiembre de 2025

ACTA DE CULMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

En la ciudad de Riobamba, a los 17 días del mes de septiembre del año 2025, los miembros del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo, reunidos con el propósito de analizar y evaluar el Trabajo de Titulación bajo la modalidad Proyecto de titulación con componente investigación aplicado y/o desarrollo, CERTIFICAMOS lo siguiente:

Que, una vez revisado el trabajo titulado: **“Impacto de la Neurobiología en el aprendizaje de Química en estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausí-Chimborazo periodo 2024-2025”**, perteneciente a la línea de investigación de: Ciencias de la Educación y Formación profesional/no profesional, presentado por el maestrante Sánchez Chacaguasay Néstor Freddy, portador de la cédula de ciudadanía No. 0604972240, estudiante del programa de Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Mención Química y Biología, se ha verificado que dicho trabajo cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo cuanto podemos certificar, en honor a la verdad y para los fines pertinentes

Atentamente,



Claudio Maldonado
Gavilanez

TUTOR



Luis Mera Cabezas

MIEMBRO DEL
TRIBUNAL 1



Linda Flores Fiallos

MIEMBRO DEL
TRIBUNAL 2

III



Riobamba, 17 de septiembre de 2025

CERTIFICADO

De mi consideración:

Yo **Dr. Claudio Eduardo Maldonado Gavilanez MgS**, certifico que **Néstor Freddy Sánchez Chacaguasay** con cédula de identidad No. 0604972240 estudiante del programa de Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Mención Química y Biología, cohorte 3 presentó su trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto de titulación con componente de investigación aplicada/desarrollo denominado: **“Impacto de la Neurobiología en el aprendizaje de Química en estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausí-Chimborazo periodo 2024-2025”**, el mismo que fue sometido al sistema de verificación de similitud de contenido COMPILATION identificando el 4% de similitud en el texto y el 10% en inteligencia artificial.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Claudio Eduardo Maldonado Gavilanez

CI: 0601813132

Adj.-

- Resultado del análisis de similitud (Compilation)

IV

DEDICATORIA

A mi mamá, **Lilia Susana Chacaguasay**, mi ángel reciente en el cielo. A usted, mamá, que me enseñó a caminar en la vida con pasos firmes, aunque hoy me falten sus manos para sostenerme. Desde el instante en que su partida inesperada dejó un hueco imposible de llenar en mi corazón, cada página escrita de esta tesis fue también una carta de amor que voló hacia usted. Le dedico este logro que no tiene fronteras, que atraviesa cielos y se anida donde ahora habita, porque todo lo que soy, lo aprendí de usted. Hoy, aunque mis lágrimas me empañen la vista, las convierto en tinta para escribirle hasta donde las palabras ya no alcanzan... hasta el cielo. A mis angelitos **Marcia, Margot y Michael**, a quienes nunca pude conocer, pero que forman parte de la sinfonía silenciosa que me acompaña, este logro también les pertenece, porque mi vida no sería la misma si su ausencia no hubiera moldeado mi fortaleza. A mi papá, **Mario Sánchez**, por haber creído en mí incluso cuando mis fuerzas flaqueaban. Por sus palabras sencillas pero llenas de verdad, por enseñarme que la disciplina no es un castigo sino un puente hacia los sueños. Por sus consejos que no envejecen y su ejemplo que no se apaga. Por mostrarme que la humildad y el trabajo honrado son el verdadero título que uno lleva en el alma. A mi esposa, **Jéssica Berrones**, mi compañera incansable, que caminó conmigo en las horas largas y en las noches cortas. Por sostenerme cuando quise rendirme, por entender mis silencios, por convertir el cansancio en café y la incertidumbre en fe. Por celebrar mis pequeñas victorias como si fueran grandes y por recordarme siempre el porqué de mi lucha. Este triunfo es tan suyo como mío, porque sin su amor y paciencia, este camino habría sido mucho más oscuro. A mis hijos, **Sofía, Aziel y Jhoselyn**, que son mi motor y mi norte. Por enseñarme que el amor verdadero se escribe con actos, que el tiempo con ustedes vale más que cualquier reconocimiento. Por cada sonrisa que me devolvió la esperanza, por cada abrazo que me recordó que todo sacrificio tiene sentido. Ustedes son la razón por la que jamás dejo de soñar y por la que este logro será un faro en su propio camino. A mis hermanos: **Luis, Martha, Myriam, Yadira, Kléver, Darwin, Óscar, Deysi y Glenda Sánchez Chacaguasay**. Por ser los testigos silenciosos de mi esfuerzo, por las palabras de aliento, por las risas que me devolvieron el aire en medio de las tormentas, y por recordarme que la unión de la familia es un refugio que no se derrumba. A mis sobrinos, que con su juventud me inspiran a seguir siendo ejemplo. Porque sus sueños me recuerdan que vale la pena seguir estudiando, creciendo y enseñando que el aprendizaje no tiene edad ni límites.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios Todopoderoso por el don de la vida y la salud, que me han sostenido en mi camino académico. Su guía transformó los retos en oportunidades y los sueños en logros. A mi familia, que es y será siempre el cimiento sobre el cual edifico mis logros: a mi padre, ejemplo de trabajo incansable y rectitud; a mi hermosa Mamá (+), cuya ausencia física jamás ha apagado la presencia viva de sus enseñanzas, sus valores y su amor eterno que sigue inspirándome a luchar; a mis hermanos, compañeros incondicionales que han sabido tender su mano y su palabra en los momentos más duros; a mi esposa, compañera de vida y cómplice de cada ilusión, que con paciencia, amor y fe ha sido mi refugio y mi impulso; y a mis hijos, la razón más pura y poderosa para nunca rendirme, cuya sonrisa me recuerda que todo esfuerzo vale la pena. Ustedes no solo han sido parte de este logro, son la razón misma por la que fue posible alcanzarlo. A mi tutor Dr. Claudio Maldonado Gavilanez por su guía, paciencia y valiosas observaciones, que enriquecieron mi trabajo y fortalecieron mi forma de pensar e investigar. A todos los docentes por transmitirme conocimientos y fomentar en mí el deseo de aprender y superarme, dejando una profunda huella tanto en lo académico como en lo personal. A la Universidad, por abrirme las puertas a un mundo de oportunidades, brindándome las herramientas necesarias para crecer como profesional y como ser humano. Su exigencia académica y su entorno de aprendizaje han sido fundamentales para forjar el carácter y la disciplina que hoy me acompañan. A mis compañeros de esta travesía, por las conversaciones que aclaraban dudas, por las risas que aligeraban el cansancio y por el apoyo mutuo que nos sostuvo en los días más complejos. Juntos, aprendimos que la amistad y el trabajo en equipo son también parte esencial del conocimiento. Este logro no es solo mío; es el reflejo de la suma de todas las manos que me levantaron, de todas las voces que me alentaron y de todos los corazones que creyeron en mí. A todos ustedes, gracias... infinitas gracias.

INDICE GENERAL

DECLARATORIA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA	II
ACTA DE CULMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN	III
CERTIFICADO	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE TABLAS	X
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE Anexos	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. Generalidades	2
1.1 Planteamiento Del Problema.....	2
1.1.1 Formulación del Problema.....	4
1.2 Justificación de la Investigación	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Planteamiento de la Hipótesis	6
CAPÍTULO II. Estado del Arte y la Práctica	7

	2.1	Antecedentes Investigativos.....	7
	2.2	Fundamentación Legal	9
	2.3	Fundamentación Teórica.....	12
2.3.1		Neurobiología	12
2.3.2		Neuroplasticidad	13
2.3.3		Neurogénesis.....	14
2.3.4		Sinaptogénesis.....	16
2.3.5		Memoria a corto plazo	17
2.3.6		Bases biológicas del aprendizaje	17
2.3.7		Neurotransmisores	20
	2.4	Procesos cognitivos del cerebro humano	
		21	
2.4.1		Atención.....	22
2.4.2		Motivación	22
2.4.3		Memoria.....	22
2.4.4		Aprendizaje	23
2.4.5		Estrategia.....	23
2.4.6		Enseñanza	24
	2.5	Proceso de enseñanza- Aprendizaje ..	24
		Capítulo III. Diseño Metodológico	25
	3.1	Enfoque De La Investigación.....	25
	3.2	Diseño De La Investigación	25
	3.3	Tipo De Investigación	26
		Nivel De Investigación.....	26
	3.4	Tipo De Estudio	27

	3.5 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos.....	27
3.5.1	Análisis estadístico.....	27
3.5.2	Técnicas	28
3.5.3	Instrumento	28
	3.6 Técnicas Para El Procesamiento E Interpretación De Datos	28
	3.7 Población Y Muestra.....	29
3.7.1	Población.....	29
3.7.2	Tamaño de la Muestra.....	29
	Capitulo IV. Resultados y Discusión	30
	4.1 Análisis de las preguntas del Pre-test	30
	4.2 Análisis De Las Preguntas Del Post-Test	46
	4.3 aplicación del estadístico T-student .	60
4.3.1	Planteamiento de la hipótesis de la investigación	60
4.3.2	Prueba t-Student.....	60
	Conclusiones	67
	Recomendaciones	68
	Capítulo VI. Propuesta de Guía.....	69
	Bibliografía	70
	ANEXOS.....	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Población de estudio</i>	29
Tabla 2 <i>Bases biológicas del aprendizaje</i>	30
Tabla 3 <i>Procesos cognitivos del cerebro humano</i>	31
Tabla 4 <i>Estrategias neurodidácticas operativas</i>	33
Tabla 5 <i>Habilidades cognitivas</i>	35
Tabla 6 <i>Estilos de aprendizaje</i>	36
Tabla 7 <i>Actividades prácticas</i>	37
Tabla 8 <i>Trabajo Colaborativo</i>	39
Tabla 9 <i>Tipos de evaluaciones</i>	41
Tabla 10 <i>Técnicas empleadas</i>	42
Tabla 11 <i>Actividades para conectar los conocimientos</i>	44
Tabla 12 <i>Niveles de mejora que perciben en la capacidad de atención</i>	46
Tabla 13 <i>Nivel de motivación tras aplicar la guía neurodidáctica</i>	48
Tabla 14 <i>Preferencia por el uso permanente de la guía neurodidáctica en Química</i>	49
Tabla 15 <i>Percepción sobre la facilitación de temas complejos con la guía neurodidáctica</i> ..	50
Tabla 16 <i>Contribución de la guía neurodidáctica al desarrollo de habilidades cognitivas en Química</i>	51
Tabla 17 <i>Impacto de las dinámicas en la creatividad para resolver problemas en Química</i> ..	53
Tabla 18 <i>Nivel de colaboración e interacción promovido por la guía durante las actividades en clases</i>	54

Tabla 19 <i>Aplicación de la Química a la vida cotidiana mediante la guía</i>	56
Tabla 20 <i>Valoración de las actividades prácticas y multisensoriales de la guía</i>	57
Tabla 21 <i>Valoración del ambiente de aprendizaje promovido por la guía</i>	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Lóbulos cerebrales</i>	19
Figura 2 <i>Estructura neuronal</i>	20
Figura 3 <i>Proceso de sinapsis neuronal</i>	21
Figura 4 <i>Bases biológicas del aprendizaje</i>	30
Figura 5 <i>Procesos cognitivos del cerebro humano</i>	32
Figura 6 <i>Estrategias neurodidácticas operativas</i>	34
Figura 7 <i>Habilidades cognitivas</i>	35
Figura 8 <i>Estilos de aprendizaje</i>	36
Figura 9 <i>Actividades prácticas</i>	37
Figura 10 <i>Trabajo colaborativo</i>	40
Figura 11 <i>Tipos de evaluaciones</i>	41
Figura 12 <i>Técnicas empleadas</i>	43
Figura 13 <i>Actividades para conectar los conocimientos</i>	45
Figura 14 <i>Niveles de mejora en la capacidad de atención</i>	47
Figura 15 <i>Nivel de motivación tras aplicar la guía neurodidáctica</i>	48
Figura 16 <i>Preferencia por el uso permanente de la guía neurodidáctica en Química</i>	49
Figura 17 <i>Percepción sobre la facilitación de temas complejos con la guía neurodidáctica</i> ..	51
Figura 18 <i>Contribución de la guía neurodidáctica al desarrollo de habilidades cognitivas en Química</i>	52
Figura 19 <i>Impacto de las dinámicas en la creatividad para resolver problemas en Química</i>	53

Figura 20 <i>Nivel de colaboración e interacción promovido por la guía durante las actividades en clases</i>	55
Figura 21 <i>Aplicación de la Química a la vida cotidiana mediante la guía</i>	56
Figura 22 <i>Valoración de las actividades prácticas y multisensoriales de la guía</i>	58
Figura 23 <i>Valoración del ambiente de aprendizaje promovido por la guía</i>	59

INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1 Pretest diseñado para los estudiantes de bachillerato</i>	<i>78</i>
<i>Anexo 2 Aplicación de encuestas a los estudiantes de bachillerato.....</i>	<i>79</i>
<i>Anexo 3 Clases de principios neurobiológicos.....</i>	<i>79</i>
<i>Anexo 4 Clases y trabajos con principios neurobiológicos</i>	<i>80</i>
<i>Anexo 5 Postest diseñado para los estudiantes de bachillerato.....</i>	<i>81</i>
<i>Anexo 6 Calificaciones obtenidas en el pretest y postest</i>	<i>82</i>

RESUMEN

El propósito de la presente investigación es analizar el impacto de la neurobiología en el aprendizaje de Química en estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausí, Chimborazo, en el periodo lectivo 2024–2025. La dificultad principal de los estudiantes es comprender conceptos abstractos propios de la Química con metodologías tradicionales, abordando esta limitación mediante la aplicación de principios neurobiológicos orientados a mejorar el rendimiento académico. La muestra de la investigación fue de 64 estudiantes del primer año de bachillerato, teniendo un diseño mixto, el cual utilizó como metodologías las encuestas, además de un test del antes y después de realizada la intervención para examinar la influencia que tiene dicha evaluación en el aprendizaje de los estudiantes. Los hallazgos mostraron evidentes cambios positivos en la percepción de los estudiantes sobre la asignatura y el ambiente en el aula, así como en la retención de los contenidos y la motivación hacia el aprendizaje, lo que además mejoró la actitud hacia la clase. Por último, se utilizó la prueba t de student para muestras independientes, encontrando diferencia significativa entre las medianas, con la obtención de un valor $p < 0,05$, con nivel de significancia 0,05. Esto valida la hipótesis formulada en el estudio. En conclusión, la integración de fundamentos neurobiológicos en el proceso educativo representa una vía efectiva para transformar la enseñanza de Química, consolidando un modelo pedagógico más adaptado al funcionamiento cerebral y al aprendizaje significativo.

Palabras claves: Neurobiología, Neuroeducación, Rendimiento académico, Química, Estrategias metodológicas.

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze the impact of neurobiology on the learning of Chemistry in high school students at the San Francisco de Sales Educational Unit, Alausí, Chimborazo, during the 2024–2025 academic year. The main difficulty students face is understanding abstract concepts related to Chemistry with traditional methodologies, addressing this limitation through the application of neurobiological principles aimed at improving academic performance. The research sample consisted of 64 first-year high school students, with a mixed design, which used surveys as methodologies, in addition to a before and after test after the intervention to examine the influence of this assessment on student learning. The findings showed evident positive changes in students' perceptions of the subject and the classroom environment, as well as in content retention and motivation towards learning, which also improved their attitude towards the class. Finally, the Student t-test for independent samples was used, finding a significant difference between the medians, obtaining a p-value < 0.05, with a significance level of 0.05. This validates the hypothesis formulated in the study. In conclusion, the integration of neurobiological foundations into the educational process represents an effective way to transform chemistry teaching, consolidating a pedagogical model more adapted to brain function and meaningful learning.

Keywords: Neurobiology, Neuroeducation, Academic Performance, Chemistry, Methodological Strategies.



Reviewed by:

Mgs. Sofía Freire Carrillo

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604257881

INTRODUCCIÓN

La neurobiología, como disciplina se encarga del funcionamiento del sistema nervioso y su repercusión en el comportamiento y aprendizaje humano. Este trabajo aborda el impacto de la neurobiología en el aprendizaje con un enfoque interdisciplinario busca responder a la creciente necesidad de renovar los métodos pedagógicos con la finalidad de superar las adversidades en el actual sistema educativo y con una proyección hacia un nuevo paradigma didáctico con énfasis particular en disciplinas complejas como la química.

El estudio formula orientaciones prácticas dirigidas a los educadores, con el fin de consolidar un aprendizaje más duradero y significativo en el contexto de un panorama exigente. Se espera que el trabajo funcione como un referente para indagaciones posteriores que articule neurociencia y pedagogía, y así contribuya de modo sistemático al perfeccionamiento de las ciencias educativas.

El presente trabajo consta de cinco capítulos, descritos a continuación:

Capítulo I: Aborda la problemática de la investigación, enfocándose en las dificultades que atraviesan los estudiantes para el aprendizaje de química y las soluciones mediante la implementación de guías que mejoren la comprensión y retención de contenidos. Abarca preguntas de investigación, justificación del estudio y objetivos.

Capítulo II: El Marco Teórico. Se presentó los antecedentes relacionados con el problema, así como la base teórica que sustenta el estudio. Se analizan aquí las razones centrales que configuran la neurobiología contemporánea, tales como las bases biológicas de la actividad cerebral, el funcionamiento de los procesos cognitivos.

Capítulo III: La presente investigación adoptó un diseño preexperimental, para permitir la mejora del rendimiento académico en Química, basado en un enfoque tipo mixto, combinando de manera tantos instrumentos cualitativos y cuantitativos.

Capítulo IV: Se efectuó el análisis e interpretación de resultados mediante las encuestas realizadas de pretest y postest, además se realizó las discusiones y se verificó la hipótesis.

Capítulo V: Mediante los resultados se efectuaron las conclusiones respectivas de la investigación, identificas en esta Unidad educativa seguidas de las recomendaciones para futuros estudios.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La neurobiología, como campo interdisciplinario que estudia la relación entre el cerebro y el comportamiento, se ha consolidado como una herramienta valiosa en el ámbito educativo. Este enfoque permite comprender los procesos neurocognitivos y emocionales que subyacen al aprendizaje, aportando elementos fundamentales para el diseño de estrategias pedagógicas más eficaces y personalizadas.

A nivel internacional, anticipa, en el plano mundial, un aumento de la integración de la neurobiología en el ámbito educativo, certificado a través de varios programas existentes en el continente americano. Tomando como referencia el contexto mexicano, la neurobiología se configura como un recurso innovador y multidisciplinario destinado a combatir el maltrato infantil, fenómeno que urge abordar en el siglo XXI. (Gallego, 2020). Este marco teórico proporciona una interpretación sistemática y precisa de la manera en que las exposiciones adversas en la primera infancia determinan tanto la estructura como la función del cerebro en desarrollo y, correlativamente, modelan la regulación emocional posterior. A partir de esta comprensión, se habilita la concepción de intervenciones que, además de estar sólidamente sustentadas en la evidencia acumulada, se caracterizan por una actitud empática y contextualizada.

Asimismo, en la región de Baja California la integración de la neurobiología ha conducido a progresos significativos en la elucidación de los procesos cerebrales que subyacen a las dificultades de aprendizaje (Salcedo y otros, 2024). Estos logros pretenden articular el marco científico sobre la adquisición y almacenamiento de la información a las prácticas pedagógicas diarias del estudiantado. No obstante, permanece la insuficiencia de capacitación estructurada para los docentes, lo que subraya la necesidad apremiante de incorporar de manera sistemática y rigurosa este saber en los planes de estudios en vigor. De esa manera, la propuesta no solo eleva los índices de logro de los educandos con requerimientos educacionales especiales, sino que también fortalece la articulación de un sistema educativo más inclusivo a la escala distrital.

A nivel nacional, se constata la falta de investigaciones contemporáneas que indaguen sobre la Neurobiología en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los escasos

trabajos disponibles han abordado, en su mayoría, la maduración neurobiológica de los mecanismos de lectoescritura e indican que el conocimiento de los sustratos neurocientíficos orienta la formulación de intervenciones didácticas más eficaces, contribuyendo así a la mejora de la alfabetización escolar. Tal panorama sugiere que la incorporación de la disciplina neurobiológica en los contextos educativos permanece en un estadio preliminar que exige un tratamiento más sistemático (Ferrer y otros, 2020).

El problema central planteado en la Unidad Educativa San Francisco de Sales de Alausí, Chimborazo, radica en las dificultades persistentes que manifiestan los jóvenes de Bachillerato al momento de estudiar la Química, dificultades que afectan de manera particular la comprensión de las fórmulas químicas, la solución de cálculos numéricos y la capacidad de interpretar y resolver problemas experimentales en el laboratorio. A nivel institucional, la repetición de estos obstáculos sugiere que las intervenciones pedagógicas tradicionales han sido insuficientes. Por tal motivo, se propone la implementación de estrategias didácticas sustentadas en los principios de la neurodidáctica, de modo que se articule el diseño curricular con las evidencias científicas sobre el funcionamiento cerebral y los procesos de aprendizaje, orientadas a potenciar el aprendizaje significativo en la disciplina.

La neurobiología puede ofrecer aportes significativos para el fortalecimiento de los aprendizajes químicos al iluminar los caminos mediante los cuales el cerebro codifica y almacena los constructos abstractos de esta área. En la Unidad Educativa San Francisco de Sales, no obstante, los principios neurodidácticos siguen sin despliegue oficial. La ausencia de estrategias que entrelacen el conocimiento de los mecanismos neuronales con la planificación de la práctica docente restringe el margen en el que los educandos pueden articular recursos adaptativos y, por ende, dificultar el tránsito exitoso a una comprensión cabal de los fenómenos que rigen esta disciplina (Andrade, 2023).

La ausencia de enfoques instruccionales anclados en principios de neurobiología en la enseñanza de la Química revela la urgencia de emprender una investigación sistemática que, a su vez, alimente la adopción de prácticas pedagógicas que se alineen con la organización neurobiológica de los aprendices, así como con la dinámica mediante la cual los diferentes perfiles de estímulos educativos activan su sistema nervioso. Al incorporar dicho neuroenfoque, sería posible concebir experiencias didácticas que se adapten a los umbrales de atención, a las propiedades de la memoria y al sistema emocional, factores que

mediatizan el apropiamiento de contenidos abstractos tales como los que caracterizan la disciplina química. Este diseño pedagógico no solo ofrecería alternativas prácticas de mejora del rendimiento académico, sino que, en paralelo, permitiría minimizar los obstáculos cognitivos habituales y reconfigurar el horizonte de aprendizaje, ensanchando de manera contemporánea y sustentable el desarrollo cognitivo y la autodisciplina de los estudiantes.

1.1.1 Formulación del Problema

¿Cómo la Neurobiología influye en el aprendizaje de Química en estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausí-Chimborazo, periodo 2024-2025?

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se justifica en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas, especialmente en el Eje 4: Educación de Calidad. Este objetivo, en su formulación general, reafirma el imperativo de "garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todas las personas". De modo específico, el Objetivo 4.1 de la misma agenda establece que, para el año 2030, todos y todas las niñas y los niños deben completar la educación primaria y secundaria, la cual deberá ser gratuita, equitativa y de calidad, y debe rendir resultados de aprendizaje que sean pertinentes y efectivos (Naciones Unidas, 2018).

La investigación presenta relevancia por su propósito de indagar el impacto que la integración de saberes neurocientíficos puede tener en el aprendizaje de la Química en el nivel de Bachillerato. La Neurodidáctica ámbito que articula hallazgos de la neurociencia con la práctica pedagógica procura elaborar mediaciones educativas inclusivas y ajustadas a los perfiles formativos de los alumnos (Calzadilla, 2018). Este marco supone que el aprendizaje está condicionado no sólo por factores cognitivos sino también por la organización neurobiológica del sujeto y por el entorno sociocultural en el que se desarrolla.

Numerosos estudios resaltan la pertinencia de incorporar hallazgos neurocientíficos en la práctica educativa, evidenciando que tal integración puede optimizar la transmisión de saberes. En este sentido, Jiménez et al (2019), argumentan que la información neurobiológica otorga al profesorado un corpus interpretativo que traduce los mecanismos neuronales en trayectorias emocionales, motivacionales y de aprendizaje. Esta transparencia,

por su parte, faculta a los educadores para constituir intervenciones pedagógicas que se ajusten a las necesidades y a los patrones de variabilidad del alumnado, contribuyendo, de este modo, a la meta de articular un modelo educativo más inclusivo y de elevada calidad.

La Unidad Educativa San Francisco de Sales ha evidenciado de modo contundente una exigencia crítica en el rendimiento académico en el área de Química, identificando esta materia como un espacio potencialmente catártico frente a la mencionada dificultad. El procedimiento de investigación, en su dimensión extensiva, ha logrado generar no solo hipótesis y datos, sino también propuestas viables, practicables y de perspectiva sostenible, orientadas a interpelar las situaciones educativas actuales que, por su complejidad, obstaculizan un aprendizaje verdaderamente significativo en esta disciplina (Unesco, 2015).

Los beneficios derivados de esta investigación pueden incluir un incremento en la motivación estudiantil, una mejora en el rendimiento académico y una formación integral que equipare a los estudiantes con habilidades necesarias para el futuro. En suma, la investigación busca ofrecer un aporte sustancial al progreso de una educación de excelencia, generando, a su vez, una repercusión favorable en el conjunto de la comunidad educativa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Determinar el impacto de la Neurobiología en el aprendizaje de Química en Estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausí-Chimborazo, durante el periodo 2024-2025.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir los principios fundamentales de la neurobiología relacionados con el aprendizaje en estudiantes de bachillerato.
- Elaborar una guía educativa basada en principios neurobiológicos para mejorar el aprendizaje de química en estudiantes de bachillerato.
- Determinar el impacto de la aplicación de estrategias o metodologías neurobiológicas en el rendimiento académico de los estudiantes en el aprendizaje

de química mediante la comparación de resultados pre y post intervención durante un periodo escolar.

1.4 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

- **Hipótesis Nula (H_0):** No hay una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes de Bachillerato en Química antes y después de la intervención basada en neurobiología.
- **Hipótesis Alternativa (H_1):** Hay una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes de Bachillerato en Química antes y después de la intervención basada en neurobiología.

CAPÍTULO II

ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El estudio titulado “Contribuciones de las Neurociencias para entender el aprendizaje situado en contextos educativos”, realizado en Perú, evaluó los avances recientes de las Neurociencias, en particular la Neurociencia Cognitiva y la Neuroeducación, en contextos escolares concretos. Mediante una estrategia que integró la revisión sistemática de la literatura y el análisis crítico de fuentes especializadas, se abordaron nociones clave como la neuroplasticidad y se examinó el efecto de variables como el estado emocional, la calidad del sueño, la actividad física y los entornos sociales sobre la adquisición de conocimientos y habilidades (Araya & Espinoza, 2020).

En la investigación de la provincia de Jaén, España titulada neuroeducación y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje se analizó la metodología que emplean los docentes. Mediante un abordaje teórico acompañado de un análisis pedagógico, se indagó en la comprensión y la puesta en práctica de la neuroeducación en los distintos niveles de enseñanza. Se concluyó que, para que los avances neurocientíficos puedan traducirse en mejoras sustantivas en las estrategias docentes, es preciso articular programas de formación que enlacen el saber científico con la práctica educativa de forma coherente y sistemática (Gallego, 2020)

En la Universidad Pontificia Bolivariana de Bogotá en el cual se desarrolló un proyecto de neurobiología de los trastornos del aprendizaje y sus implicaciones en el desarrollo infantil, se estableció una comparación entre las dificultades, alteraciones y trastornos de aprendizaje. Los resultados subrayaron la urgencia de ajustar los entornos educativos a la singularidad biológica de cada niño, proponiendo, a partir de evidencias, estrategias pedagógicas novedosas que refuercen una educación inclusiva y personalizada (Ríos & López, 2020).

El trabajo titulado “La Neurodidáctica en la enseñanza-aprendizaje de Química en la Unidad Educativa ‘Nelson Isaura Torres’, Cantón Cayambe” realizó una indagación empleando un diseño de investigación mixta en el que se combinaron fases cuantitativas y cualitativas. Inicialmente se utilizaron encuestas estructuradas para la recolección de un diagnóstico sobre los conocimientos previos y las actitudes de los alumnos. Posteriormente,

se introdujo una guía neurodidáctica, concebida como el estímulo experimental, que incorporó principios de la neurociencia. Los análisis numéricos y el contraste de medias entre grupos permitieron confirmar incrementos estadísticamente significativos en las calificaciones de los estudiantes, que se tradujeron en una mayor comprensión de los conceptos químicos y en la mejora de habilidades prácticas (Lalangui, 2022).

Según Alcívar & Moya, (2020), en su estudio titulado "La neurociencia y los procesos que intervienen en el aprendizaje y la generación de nuevos conocimientos", evaluado en la Universidad Católica del Ecuador empleó métodos cualitativos y bibliográficos para analizar teorías sobre neurociencia. Su propósito fue examinar cómo las funciones cerebrales influyen en la adquisición de conocimientos y los cambios conductuales en los estudiantes. Se obtuvo como resultado las estrategias pedagógicas, basadas en las áreas cerebrales mostrando avances en el aprendizaje (Alcívar & Moya, 2020).

En la Unidad Educativa Municipal "Oswaldo Lombeyda", de Quito, durante el período 2021-2022 se efectuó una investigación sobre neurodidáctica en la enseñanza de Ciencias Naturales encontrando que los docentes utilizaban metodologías tradicionales la cual limitaba un mejor aprendizaje de química y biología. Por lo que, se diseñó un análisis cuanti-cualitativo, aplicando un cuestionario a un total de 80 docentes. Complementariamente, se elaboró un conjunto de recursos neurodidácticos orientados a enriquecer la enseñanza y a fortalecer tanto competencias cognitivas como dimensiones emocionales (Murillo Cumbal, 2022).

En la Universidad Nacional de Chimborazo se realizó un estudio sobre las metodologías de docentes, basadas en el constructivismo pedagógico. En la cual se propuso una guía neurodidáctica para mejorar la enseñanza de la biodiversidad ecuatoriana, porque se evidenció dificultades en el aprendizaje por ende afectaba el rendimiento en la materia de Ciencias experimentales. Se encuestaron a 24 estudiantes que cursaban sexto semestre, teniendo un porcentaje de 79% que mostró interés. Se concluyó que tuvo éxito ya que favoreció en cuanto a rendimiento académico y potenció las habilidades cognitivas de los estudiantes (Aucay, 2024).

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La investigación necesita basarse no solo en evidencias científicas, sino también en un soporte legal. Esto proporciona al estudio actual una mayor fiabilidad y validez. A continuación, se presentarán las normativas internacionales y las leyes nacionales.

a) Legislación Internacional:

La importancia de brindar una educación de calidad ha sido un objetivo fundamental a nivel internacional. En 1990, durante la Conferencia Mundial de Educación para Todos realizada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), se dieron a conocer seis objetivos fundamentales, entre ellos: garantizar el acceso a la educación básica, fomentar el aprendizaje a lo largo de la vida, promover la equidad, mejorar la calidad de la educación, fortalecer la alfabetización y desarrollar asociaciones a nivel mundial (UNESCO, 2019). En este marco el Proyecto Educativo Nacional (PEN) 2036 propuesto por Perú en 2020 busca asegurar una educación de calidad para todos, reconociendo que este es un derecho fundamental que debe ser garantizado.

En este marco, el PEN 2036 subraya la necesidad de incorporar los resultados de la neurociencia en la formulación de políticas y programas educativos. Los especialistas advierten que los conocimientos neurocientíficos permiten profundizar en la comprensión de los mecanismos del aprendizaje, posibilitando la elaboración de intervenciones didácticas más precisas y, por ende, más eficaces.

Asimismo, la UNESCO ha subrayado la relevancia de incorporar los progresos de la neurociencia en la reconfiguración de los sistemas educativos en todo el mundo. En su informe "Reimagining our Futures Together: A New Social Contract for Education", la Comisión Internacional sobre los Futuros de la Educación de la UNESCO plantea que los descubrimientos de la neurobiología deben ser traducidos en pautas pedagógicas que optimicen la eficacia de la enseñanza y fortalezcan la dinámica del aprendizaje. Destaca que dicha integración no sólo debe ser teórica, sino que debe operacionalizarse en currículos, formación docente y políticas de evaluación (UNESCO, 2021). Esto evidencia el interés y el compromiso de la organización por fomentar el uso de los conocimientos de la neurociencia en el ámbito educativo.

De igual manera en ley de La Declaración Universal de los Derechos Humanos establece en su Artículo 26 que "Toda persona tiene derecho a la educación. La educación

debe ser gratuita, al menos en lo concerniente a la instrucción elemental y fundamental" (Inter-Agency Network for Education in Emergencies, 2010). Mismo que reconoce el derecho fundamental a la educación, lo cual respalda la investigación sobre cómo los procesos neurobiológicos pueden impactar en el aprendizaje de disciplinas como la química.

En la misma línea, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales en su Artículo 13 "reconoce el derecho de toda persona a la educación" (Inter-Agency Network for Education in Emergencies, 2010). Este instrumento internacional también fundamenta la importancia de investigar cómo los procesos neurobiológicos pueden influir en el aprendizaje de los estudiantes.

Adicionalmente, La Convención sobre los Derechos del Niño, también respalda esta investigación, ya que en su Artículo 28 "los Estados Parte reconocen el derecho del niño a la educación". Además, el Artículo 29 establece que "la educación del niño deberá estar encaminada a desarrollar la personalidad, las aptitudes y la capacidad mental y física del niño hasta el máximo de sus posibilidades" (Inter-Agency Network for Education in Emergencies, 2010). Esto guarda estrecha relación con el estudio del impacto de la neurobiología en el aprendizaje.

b) Legislación Nacional:

El respaldo legal para investigar el impacto de la neurobiología en el aprendizaje de química en Ecuador se encuentra en la legislación nacional vigente, especialmente en el Reglamento de Régimen Académico y la Ley Orgánica de Educación Intercultural. Este reglamento establece lineamientos claros sobre las funciones sustantivas que deben desempeñar las instituciones de educación superior en el país.

El Reglamento de Régimen Académico, en su artículo 4, atribuye a las instituciones de educación superior la responsabilidad central de fomentar la investigación, actividad que ha de sustanciarse en debates epistemológicos y en las demandas que propone su medio circundante (Consejo de Educación Superior, 2021). Este marco normativo habilita el examen programado de territorios del saber que, por su reciente emergencia y complejidad, todavía no se han consolidado, tal como ocurre en el cruce entre la neurobiología y la química, cuyo análisis integrado se propone, entre otros efectos, la ampliación del corpus científico y de la herencia cultural.

El inciso 39 del reglamento contenido en la norma citada prescribe que la investigación formativa que se desarrolla en todos los programas de grado ha de dirigirse a la producción de innovaciones en los diversos dominios del conocimiento. Tal mandato normativo se presenta determinante para la indagación de los condicionantes neurobiológicos que operan en la adquisición de saberes vinculados a la química, de modo que una comprensión exhaustiva de esos condicionantes favorezca la configuración de una educación integral para los futuros licenciados. Esta propedéutica hace, simultáneamente, del aula un laboratorio de saber dónde se construyen conocimiento nuevo y nuevo saber: se tratan de vínculos que ponen en intersección, no en disidencia, la biología del sistema nervioso y la enseñanza de una disciplina que, a primera vista, distancia de lo biológico, y a su vez exigen que el currículo se elabore no de modo vertical, sino circular y diverso, en correspondencia la especificidad de interdisciplinaridad activa que la reglamentación promueve.

Complementariamente, el artículo 40 subraya que en los programas de posgrado la investigación debe poseer un carácter analítico y explicativo. Esta exigencia es clave para avanzar en el análisis de la interdependencia entre los fenómenos neurobiológicos y la adquisición de conceptos químicos, ya que permite desmenuzar las correlaciones entre variables y establecer explicaciones fundamentadas. Así, el reglamento orienta a los posgraduandos a hacer un examen exhaustivo que no solo registre datos, sino que los interprete en el marco de modelos teóricos pertinentes, enriqueciendo el campo de estudio en ambos niveles de formación.

Por otro lado, el artículo 43 enfatiza que la investigación universitaria debe producir conocimiento genuino y científicamente fundamentado. Esta norma respalda indagaciones que persiguen clarificar de qué modo los mecanismos neurobiológicos influyen en el aprendizaje de la química, proporcionando así marcos teóricos y estrategias metodológicas inéditas y susceptibles de verificación empírica.

La Ley Orgánica de Educación Intercultural mejora el alcance legal de la educación al mencionar la calidad y calidez de la educación como un derecho en el artículo 2, literal w (Asamblea Nacional, 2015). Esto subraya la necesidad de explorar la neurobiología pedagógica para mejorar la enseñanza de la Química.

Del mismo modo con el inciso d) del Artículo 3, se consagra la obligación de cultivar competencias críticas y analíticas entre los estudiantes. Tal responsabilidad encuentra un

medio eficaz en la neurobiología, insertándose de manera orgánica en la enseñanza de la química. Asimismo, el inciso e) del Artículo 6 reitera el deber de asegurar la mejora permanente de la calidad educativa, principio que se revela en la realización de investigaciones complementarias orientadas a verificar la viabilidad y el impacto práctico de los enfoques mencionados.

Finalmente, el Artículo 343 integra la necesidad de una perspectiva intercultural en el sistema educativo, lo que significa ajustar los procesos de enseñanza-aprendizaje a las complejidades y diversidades del país (Asamblea Nacional, 2015). La neurobiología puede ser crucial en este sentido para fomentar la inclusividad y relevancia de la educación.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1 Neurobiología

La neurobiología indaga en la morfología y fisiología de las células del sistema nervioso y en la topología funcional de los circuitos neuronales que subyacen al procesamiento de la información relevante para el comportamiento humano. La neuroeducación, en cambio, surge como enfoque renovador que articula los hallazgos de la biología del sistema nervioso, la psicología cognitiva y la didáctica, y así establece un diálogo sistemático entre los saberes que explican el funcionamiento del cerebro y las prácticas pedagógicas diseñadas para optimizar el aprendizaje (Battro, 2011).

Desde tiempos antiguos, como en el antiguo Egipto donde se conocían los efectos del daño cerebral tratados mediante trepanaciones (perforaciones en el cráneo con fines médicos para tratar traumatismos craneales), hasta culturas como las de Perú, se han sentado las bases de la neurobiología. Este campo se centra en la actividad neuronal, la neurogénesis, la sinaptogénesis, los mecanismos iónicos celulares, la neurotransmisión y la plasticidad neuronal.

Las células principales del sistema nervioso, las neuronas y la neuroglia, desempeñan funciones anatómicas, electrofisiológicas y moleculares específicas. Estas células se organizan en circuitos neurales que forman los componentes básicos de los sistemas neurales, los cuales cumplen funciones generales como la sensación, el movimiento y la integración de funciones superiores como la percepción, la atención, la cognición, las emociones y el pensamiento (Battro, 2011).

2.3.2 Neuroplasticidad

Se ha descrito la neuroplasticidad como la habilidad del sistema nervioso para modificar su actividad en función de estímulos repetidos. Esta cualidad facilita procesos de ajuste y reorganización, permitiendo al tejido neuronal adaptarse tanto en estados normales como ante alteraciones. En un sentido más amplio, también se entiende como la facultad del cerebro para responder a variaciones del entorno interno o externo, influyendo en la percepción y el procesamiento cognitivo (Lee TW y otros, 2008).

2.3.2.1 Mecanismos de plasticidad neuronal

Los procesos involucrados en la neuroplasticidad son variados y pueden ir desde modificaciones estructurales amplias, como la regeneración axonal y la creación de nuevas sinapsis, hasta ajustes moleculares sutiles que influyen en la respuesta de las células a los neurotransmisores (Nitta A y otros, 1993). Diversas investigaciones han permitido identificar mecanismos fundamentales que median la plasticidad cerebral, contribuyendo de forma decisiva a la recuperación funcional después de una lesión. Los mecanismos más destacados son:

Sinaptogénesis reactiva: Este fenómeno puede presentarse de manera adaptativa, facilitando la recuperación, o de modo no favorable, creando circuitos menos eficaces. La relación de este proceso con la restitución de funciones tras el daño cerebral sigue siendo objeto de estudio.

Compensación conductual: Luego de la lesión cerebral, los individuos tienden a implementar rutas motoras o cognitivas alternativas que compensan en parte los déficits surgidos. Estas nuevas aproximaciones pueden involucrar tanto áreas intactas como redes que, bajo condiciones normales, no mediaban la función en cuestión.

Desenmascaramiento: Se refiere a la desvinculación de redes neuronales que previamente se encontraban silenciadas. La reactivación de estas vías puede contribuir a la recuperación de habilidades perdidas, permitiendo que el cerebro traduzca adaptaciones estructurales en mejoras comportamentales.

Colateralización: Proliferación de las membranas neuronales que promueve la formación de nuevas sinapsis y la reorganización axonal, mediada por la liberación de neurotransmisores específicos.

Potenciación a largo plazo: Proceso central en la representación duradera de la experiencia, en el que la liberación de glutamato y la consiguiente activación de receptores NMDA son esenciales para la estabilización de las rutas neuronales.

Plasticidad y rehabilitación: La interacción de estos fenómenos durante la rehabilitación post-lesión se investiga a través de la imagen de resonancia magnética funcional, azimut de positrones y la estimulación transcraneal de corriente directa.

Sinapsinas y neurotransmisores: Las sinapsinas son fosfoproteínas que regulan la sinapsis al unir vesículas sinápticas al citoesqueleto, facilitando la comunicación neuronal (López, 2012).

2.3.3 Neurogénesis

La neurogénesis es el proceso biológico mediante el cual se generan nuevas neuronas en el sistema nervioso, involucrando neurotransmisores, cascadas de señalización y mecanismos moleculares que regulan su proliferación, diferenciación e integración en los circuitos neuronales. Estas neuronas son cruciales para funciones que abarcan el aprendizaje, la memoria, el condicionamiento del miedo y la regulación emocional. La producción continua de estas células, o neurogénesis, está sujeta a un conjunto diverso de influencias, algunas de carácter endógeno y otras ambientales. Uno de los estimulantes más consistentes identificados en la literatura es el ejercicio aeróbico sostenido, que parece promover incrementos en la proliferación y en la supervivencia de estas células en el hipocampo (Siteneski y otros, 2020).

El encéfalo posee el notable talento de reconfigurarse y reestructurar sus circuitos neuronales bien incorporando nuevas neuronas bien modificando sinapsis ya establecidas, fenómeno condensado en la noción de neuroplasticidad. El hipocampo, centro neurálgico para la memoria y la navegación espacial, exhibe tanto plasticidad estructural como sináptica. En el primer caso, procesamos la neurogénesis que persiste en la adultez y la variabilidad en el número y la morfología de las espinas dendríticas; en el segundo, atendemos el fortalecimiento, el ajuste y la remodelación de las interconexiones neuronales (Gage, 2004).

El hipocampo se encuentra en el lóbulo temporal de ambos hemisferios cerebrales y se divide en regiones denominadas CA (Cornu Ammonis), subdivididas en CA1, CA2, CA3 y CA4, además del giro dentado (GD). Este último es una estructura trilaminar conformada

por la capa molecular, donde predominan las dendritas de células granulares y polimórficas; la capa granular, que contiene pequeños cuerpos celulares esféricos; y la capa polimórfica, también conocida como hilo, donde se encuentran las células musgosas (Knierim, 2015).

2.3.3.1 Sistema nervioso

El sistema nervioso constituye una red altamente sofisticada que coordina y modula todas las actividades del organismo humano. Su papel primordial consiste en identificar y actuar ante los estímulos que se originan del medio interno y externo. La arquitectura de este sistema se basa en neuronas, que constituyen las unidades elementales responsables de propagar impulsos electroquímicos, y en células gliales, que, además de conferir soporte físico, desempeñan funciones metabólicas y de protección para las neuronas.

A través de los órganos sensoriales, este sistema recibe información del medio ambiente y la convierte en impulsos nerviosos, permitiendo la comunicación entre neuronas. Como resultado, genera diversas respuestas que pueden manifestarse en forma de movimientos, pensamientos, secreción hormonal, memoria y aprendizaje (Glejzer C. C., 2017).

2.3.3.1.1 Origen del sistema nervioso

El sistema nervioso se origina a partir de la capa ectodérmica, una de las tres capas germinativas del embrión. Dentro de esta capa, se distinguen tres estructuras principales: primero, las células de la cresta neural, que participan en la formación del sistema nervioso periférico, incluyendo células de Schwann, ciertas neuronas, células gliales y componentes de los sistemas simpático y parasimpático. Además, el neuroectodermo, del cual se originan el cerebro, la médula espinal, motoneuronas, oligodendrocitos y astrocitos. Por último, el ectodermo no neural, ubicado por delante de la placa neural, origina las placodas craneales (engrosamiento ectodermal embrionario) responsables del desarrollo de órganos sensoriales especializados y algunos ganglios de nervios craneales (Osorio y otros, 2009).

2.3.3.1.2 Clasificación del Sistema Nervioso

Sistema Nervioso Central (SNC)

Sistema nervioso Periférico: 12 pares de nervios craneales/

Sistema Nervioso Autónomo o Vegetativo: SN Simpático y SN Parasimpático

El Sistema Nervioso Central (SNC) se organiza en diversas estructuras, entre ellas:

ENCÉFALO: CEREBRO / CEREBELO/ TRONCO ENCEFÁLICO: Protuberancia (Puente de Varolio) y bulbo raquídeo (médula oblongada)

MÉDULA ESPINAL: 31 pares de nervios raquídeos.

El desarrollo embrionario del encéfalo origina diferentes estructuras conocidas como vesículas cerebrales. Desde esta perspectiva, el telencéfalo y el diencefalo conforman el prosencéfalo; el puente y el cerebelo integran el metencéfalo, mientras que el metencéfalo y el mielencéfalo forman parte del rombencéfalo. Por otro lado, aquellas estructuras nerviosas que se encuentran fuera del SNC pertenecen al sistema nervioso periférico (SNP).

La organización del sistema nervioso central se apoya en dos ejes de referencia fundamentales: el de Forel y el de Meynert. El eje de Forel enlaza el telencéfalo con el diencefalo y permite establecer cuatro pares de planos de referencia en el encéfalo: rostral frente a anterior, occipital frente a posterior, superior frente a parietal e inferior frente a basal. A su vez, el eje de Meynert recorre el tronco encefálico en sentido longitudinal, y su uso facilita la descripción bipolar de las estructuras en términos de ventral frente a anterior, dorsal frente a posterior, craneal y caudal (Rangel, 2006).

Además de esta clasificación topográfica, es posible realizar una diferenciación funcional del SNC. Esta se basa en la dirección en la que viajan los impulsos nerviosos: si se dirigen hacia el SNC (aferencias) o si salen de él hacia la periferia (eferencias). También se pueden distinguir las respuestas según su nivel de consciencia: aquellas que son voluntarias y controladas (sistema nervioso somático) y las que operan de manera involuntaria (sistema nervioso autónomo o vegetativo).

2.3.4 Sinaptogénesis

La sinaptogénesis es el proceso mediante el cual las neuronas establecen conexiones en el cerebro en desarrollo. Para lograrlo, siguen dos enfoques principales: uno de carácter "regresivo" y otro "construccionista". El cerebro está compuesto por millones de neuronas que se comunican a través de uniones especializadas llamadas sinapsis. Dado que estas estructuras son fundamentales para la transmisión de información, los neurobiólogos han dedicado grandes esfuerzos a comprender su formación, funcionamiento y modificación (Gutiérrez y otros, 2004)

Es fundamental distinguir entre sinaptogénesis y navegación axonal, ya que navegación axonal se refiere al mecanismo mediante el cual las fibras nerviosas se orientan

hacia el destino definitivo, siguiendo pistas moleculares precisas. Al llegar a la región que las neuronas van a inervar, estas empiezan a formar un número considerable de sinapsis en las células de esa área. Este excedente de enlaces sinápticos se ve facilitado por la abundante liberación de factores de crecimiento que las neuronas envían al territorio que van a colonizar. Sin embargo, si estas conexiones se mantuvieran sin regulación, la función cerebral en la etapa adulta se vería comprometida (Gutiérrez y otros, 2004).

Por ello, cuando se alcanza una densidad crítica de sinapsis, la producción de factores de crecimiento comienza a disminuir progresivamente hasta estabilizarse en niveles que permiten conservar solo las conexiones necesarias para el correcto funcionamiento del cerebro.

2.3.5 Memoria a corto plazo

La memoria a corto plazo depende de actividad o cambios temporales, ya sean eléctricos o moleculares, en las redes neuronales que procesan la información. Mientras recordamos el número de teléfono, no podemos concentrarnos en otra cosa sin correr el riesgo de olvidarlo. Una vez que marcamos el número, por lo general lo olvidamos, a menos que lo repitamos varias veces. Si este último caso ocurre, es decir, si los cambios neuronales derivados de la repetición se mantienen, pueden activar mecanismos de plasticidad cerebral que generen modificaciones estructurales en las sinapsis, o sea, en las conexiones neuronales (Morgado, 2005).

2.3.6 Bases biológicas del aprendizaje

Es fundamental comprender las características esenciales del funcionamiento cerebral, así como las estrategias efectivas de formación y las mejores prácticas de enseñanza al desarrollar recursos educativos. Este conocimiento permite a los educadores intervenir de manera adecuada en el proceso educativo, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes.

Las bases biológicas del aprendizaje son fundamentales, ya que facilitan la creación de nuevas conexiones neuronales durante el procesamiento de la información, lo cual influye significativamente en funciones cerebrales como el sistema nervioso y los neurotransmisores, manifestándose en comportamientos y procesos psicológicos como la emoción, la memoria y el pensamiento (Martínez, 2018).

2.3.6.1 Cerebro

El cerebro actúa como el centro de adquisición de conocimiento del organismo, integrando las señales que provienen de los sentidos. Constituye la porción más voluminosa y distintiva del sistema nervioso, albergando aproximadamente ochenta y seis mil millones de neuronas que coordinan y supervisan prácticamente todas las actividades motoras y cognitivas. Estas células nerviosas son capaces de establecer hasta cuatrocientos treinta billones de sinapsis, interconectando así el vasto tejido funcional del cerebro.

El cerebro está dispuesto de manera compacta y doblada para ocupar el menor espacio posible dentro del cráneo, y la corteza cerebral se adapta según la estimulación y el uso que recibe (Domínguez, 2019).

Numerosos estudios se han enfocado en entender cómo el cerebro humano lleva a cabo tareas como el movimiento y el aprendizaje. Este órgano está compuesto por líquido encéfalo raquídeo, y se alimenta de la sangre y el oxígeno que transporta, funcionando constantemente sin descanso. Es el órgano más importante de nuestro cuerpo, responsable de controlar funciones vitales como el latido del corazón y la respiración (Moreira-Ponce, M. J. y otros, 2021)

La estructura cerebral se organiza en dos hemisferios: el hemisferio izquierdo, especialista en las actividades asociadas con el razonamiento lógico, la matemática formal y la producción y comprensión del lenguaje; y el hemisferio derecho, donde se centralizan las habilidades creativas, la apreciación estética y la regulación de las reacciones emocionales y afectivas.

Ambos hemisferios están interconectados por una estructura llamada cuerpo calloso, compuesta por fibras neuronales.

Además, el cerebro está dividido en cuatro lóbulos especializados, los cuales trabajan de manera conjunta para asegurar el funcionamiento cognitivo integral del ser humano como se observa en la Figura 1.

Figura 1

Lóbulos cerebrales

Lóbulos frontales	• Responsable de la concentración, atención y coordinan casi todas las funciones del resto del cerebro.
Lóbulos parietales	• Relacionado con las impresiones somosensoriales y funciones del lenguaje.
Lóbulos temporales	Procesan símbolos visuales y facilitan la formación de recuerdos a largo plazo.
Lóbulos occipitales	• Manejan la información visual como es: movimiento, forma, profundidad y color.

Nota. Funcionamiento de cada lóbulo cerebral. Tomado de Rotger, 2016.

La estructura biológica del cerebro facilita la integración de todos sus sistemas, permitiendo un funcionamiento global orientado a las actividades fundamentales para la adaptación y supervivencia humana. En este sentido, comprender el funcionamiento cerebral es crucial para los docentes, ya que les permite justificar la enseñanza basada en los principios de la neurociencia cognitiva.

2.3.6.2 Neuronas

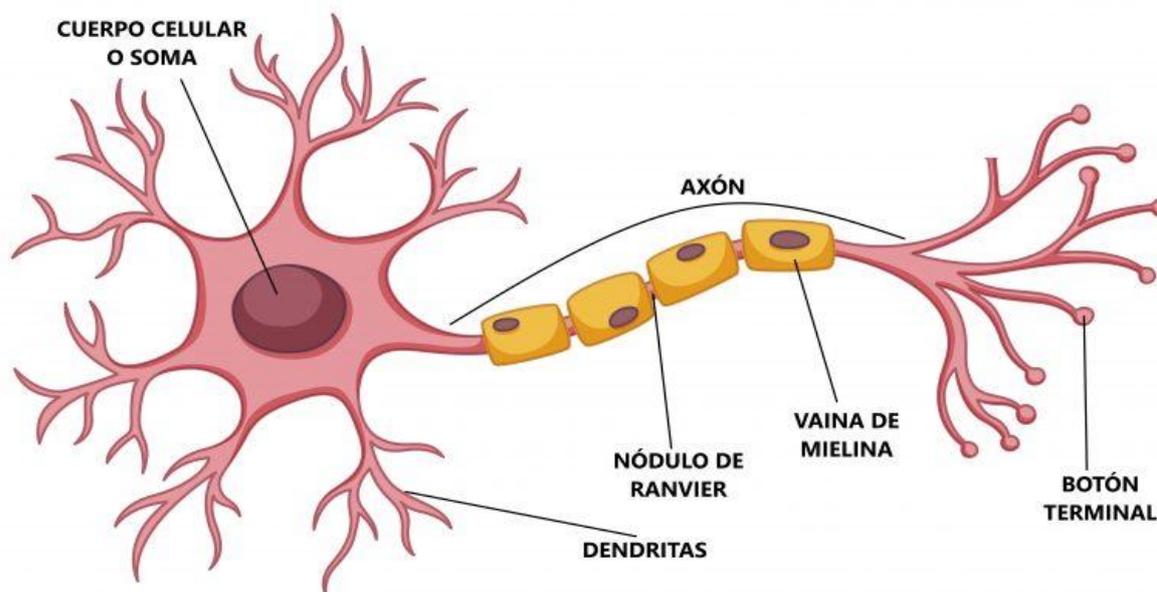
Las células cerebrales constituyen la base del funcionamiento del sistema nervioso y poseen la capacidad de ajustarse y modificar la manera en que procesan la información.

Las neuronas contienen varios componentes anatómicos como son los siguientes:

- Las dendritas ejecutan como receptores de señales provenientes de otras neuronas cercanas.
- El axón, una prolongación que transporta los impulsos nerviosos captados por las dendritas, está recubierto por una sustancia llamada mielina, su función es incrementar la velocidad de transmisión de los impulsos electroquímicos.
- Finalmente, el cuerpo celular, donde se encuentra el núcleo, es el encargado de generar la energía necesaria para las funciones fisiológicas de la neurona (Sousa, 2014).

Figura 2

Estructura neuronal



Nota. La neurona posee una estructura funcional en la que las dendritas captan las señales electroquímicas, las cuales se propagan a lo largo del axón hasta alcanzar los botones terminales, donde se transmiten a las neuronas adyacentes. Tomado de Psycholab, 2022.

Las neuronas responden a estímulos electroquímicos que permiten el adecuado desarrollo de las habilidades cognitivas en los seres humanos. Estas señales llegan a las diversas estructuras neuronales. La interacción ordenada entre las neuronas afecta de modo directo el rendimiento académico de los estudiantes; una comunicación neuronal efectiva potencia el proceso de adquisición del aprendizaje. Cuando el profesor aplica estrategias de estimulación bien concebidas, como juegos o dinámicas lúdicas, se refuerza la consolidación de la memoria a largo plazo (Sousa, 2014).

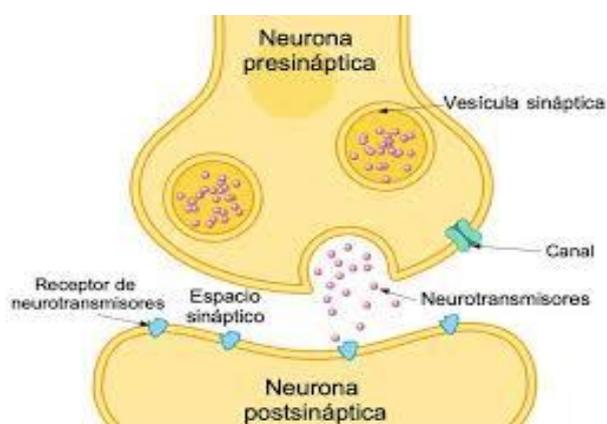
2.3.7 Neurotransmisores

Los neurotransmisores transmiten señales que pueden ser excitatorias o inhibitorias para activar o bloquear la generación de un impulso eléctrico en las neuronas. Estas moléculas se sintetizan, almacenan y liberan en las neuronas, dirigiéndose hacia la sinapsis. Su liberación se produce como efecto inmediato ante un determinado estímulo, y su papel consiste en ejercer un efecto directo sobre una neurona postsináptica o sobre células cuya misión es captar y procesar información, ya sean fibras musculares o células de órganos cuya actividad se encuentra bajo su control (Sarmiento, 2023).

Sin embargo, su función va más allá, ya que también está implicada en procesos como la atención, el aprendizaje y el control del movimiento. Por ejemplo, en la enfermedad de Parkinson, la disminución de los niveles de dopamina provoca rigidez y lentitud en los movimientos, ya que la región cerebral encargada de la función motora depende de este neurotransmisor. Dado que se ha identificado una reducción en la cantidad de neuronas que la producen, uno de los tratamientos más comunes para esta enfermedad es la administración de levodopa, un precursor de la dopamina que ayuda a mejorar los síntomas motores.

Figura 3

Proceso de sinapsis neuronal



Nota: La Figura muestra la sinapsis tomada de (Khan Academy, 2022).

2.4 PROCESOS COGNITIVOS DEL CEREBRO HUMANO

Las funciones cognitivas engloban una serie de procesos mentales que permiten captar, interpretar y generar información. Gracias a ellas, las personas pueden interactuar con su entorno, percibir y comprender lo que les rodea, lo que facilita su adaptación y desempeño en la vida cotidiana.

Estas habilidades son esenciales para llevar a cabo cualquier tarea, ya que intervienen en el aprendizaje, la memorización de información y la construcción de la identidad personal. Asimismo, permiten organizar datos sobre el presente y proyectarse hacia el futuro. Además, son fundamentales para distribuir y mantener la atención, identificar sonidos, procesar estímulos sensoriales, realizar operaciones matemáticas y visualizar mentalmente objetos.

Todas las acciones que realizamos requieren la participación de las funciones cerebrales, lo que implica la activación de diversas regiones del cerebro y la conexión de millones de neuronas a través de los distintos lóbulos cerebrales. Este complejo sistema

neuronal permite interpretar la información recibida y responder adecuadamente al entorno (Fuenmayor, 2008).

2.4.1 Atención

Ocurre cuando el receptor comienza a captar activamente lo que ve y oye, enfocándose en ello o en una parte específica, en lugar de percibirlo de manera superficial. Esto es posible porque el individuo puede distribuir su atención, permitiéndole realizar múltiples actividades simultáneamente. Para lograrlo, desarrolla habilidades y establece rutinas automáticas que le facilitan llevar a cabo diversas tareas sin requerir una atención consciente en cada una. Este concepto se conoce como la teoría de la capacidad (BANYARD, 1995), la cual explica el nivel de atención que una persona puede mantener en un momento dado y cómo este varía según su grado de motivación o estímulo.

2.4.2 Motivación

La motivación se vincula con un nivel de activación energética que resulta adecuado y con una carga emocional que, al ser intensa, facilita la realización de tareas cognitivas tales como el estudio, la lectura y el aprendizaje. Este fenómeno, además, actúa como un modulador que atenúa el estrés de forma constructiva. En este sentido, la motivación en el ámbito escolar como un proceso interno que impulsa orienta y sostiene una conducta hacia un objetivo específico, en el cual intervienen factores biológicos, psicológicos, de personalidad, sociales y cognitivos (Ortiz, 2009).

Este concepto se clasifica en motivación intrínseca, que se manifiesta cuando el individuo mantiene su concentración y compromiso sin necesidad de influencias externas, y motivación extrínseca, que depende de estímulos externos como recompensas o incentivos que refuerzan el cumplimiento de una tarea.

2.4.3 Memoria

La memoria constituye un proceso cognitivo fundamental que posibilita la adquisición, el almacenamiento y la recuperación de información, y que interviene de modo decisivo en la vida cotidiana al permitir la rememoración de experiencias pasadas y el aprendizaje de nuevos conceptos y destrezas. Su adecuado funcionamiento se encuentra mediado por modificaciones a nivel sináptico que, al entrelazarse, establecen redes neuronales responsables de la consolidación de la información, entre las que el hipocampo se erige como una estructura esencial.

Asimismo, memoria y aprendizaje se interrelacionan de tal modo que el primero nutre al segundo y viceversa, consolidándolos como condicionantes inseparables del progreso cognitivo. Por tal razón, para maximizar su eficacia, se requiere implementar metodologías educativas contemporáneas que, al atraer el interés del estudiante, fortalezcan tanto su facultad de almacenar datos como su habilidad para evocarlos en contextos posteriores (Benavidez, V & Flores, R, 2019).

2.4.4 *Aprendizaje*

Se trata de un fenómeno multidimensional a través del cual un sujeto, mediante su diálogo continuo con el medio, reconfigura saberes, competencias, disposiciones afectivas y modos de razonar. La fiscalización de este fenómeno puede realizarse desde diversos marcos teóricos, algunos priorizando el simple almacenamiento de datos y la reactivación de rutina a través de la repetición, otros, en cambio, insisten en su carácter dinámico y reflexivo, concibiéndolo como una empresa en la que el aprendiz, por medio de la problematización y la contextualización, traduce el saber en una estructura personalmente relevante.

Una dimensión clave del aprendizaje, más allá de la simple acumulación de información, consiste en transferir el saber adquirido a contextos concretos, en modificar la concepción que el sujeto posee del entorno social y natural, y en consolidar habilidades que son pertinentes en el ejercicio profesional. En este sentido, el aprendizaje puede ser superficial, cuando se limita a la repetición y reproducción de información, o profundo, cuando fomenta la comprensión, el pensamiento crítico y el cambio conceptual o personal (González, 1997).

2.4.5 *Estrategia*

La estrategia es el proceso de tomar decisiones en un entorno específico para lograr uno o varios objetivos. En este sentido, se entiende como la conexión entre las metas finales y las acciones implementadas para alcanzarlas (Delson, 2020). Implica decidir cómo distribuir los recursos, aprovechar las fortalezas y oportunidades, reducir las debilidades y enfrentar las amenazas, además de adaptarse a un contexto dinámico. Este proceso abarca la identificación y el análisis de factores internos y externos relevantes, la definición de metas claras y alcanzables, y el desarrollo de planes de acción para conseguir esas metas.

2.4.6 Enseñanza

La enseñanza es un proceso organizado que facilita la comunicación entre el docente y el estudiante, y abarca los métodos utilizados por la escuela para cumplir su rol en el diseño y coordinación del aprendizaje infantil (Rico, 2020). Para que este propósito se materialice es, por consiguiente, indispensable articular un contexto que resulte simultáneamente retador, inspirador y orientado a la cooperación.

2.5 PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE

A diferencia de lo que ocurre con la enseñanza básica, la estrategia de aprendizaje se convierte en un fenómeno interno, personal y a menudo no explicitado que el sujeto va forjando, poco a poco, en el marco de su práctica cotidiana. Ese fenómeno involucra un conjunto de conductas y de orientaciones mentales que, por su misma estructura, promueven la integración de saberes, la adquisición de destrezas y el fortalecimiento de competencias. Para que tales orientaciones resulten efectivas, demandan un repertorio diversificado de recursos, actividades y herramientas que se ajusten a las singularidades del sujeto y a las características del contexto educativo. Peralta (2025) señala que dichas conductas representan la clave para que el aprendizaje no se disuelva en la repetición vacía, sino que se componga en un sistema auto-organizado que, además, activa y amplía las funciones cognitivas y metacognitivas que definen el rendimiento óptimo.

El centro de gravedad del proceso de enseñanza-aprendizaje reside, por tanto, en la transmisión efectiva de conocimientos, habilidades, valores y actitudes que, de forma coherente, contribuyen al desarrollo del sujeto en su totalidad. La eficacia de dicho proceso depende, a su vez, de la implicación activa de ambos actores: el docente, que orienta y el cursante, que hace suya la orientación, convirtiéndola en aprendizaje viable y observable.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque para esta investigación es de tipo mixto, combinando de manera deliberada instrumentos cualitativos y cuantitativos. Esta fusión metodológica resultó indispensable, pues permitió delinear un panorama más amplio y minucioso del influjo que los principios neurobiológicos pudieron ejercer sobre la adquisición de saberes químicos. Se implementaron cuestionarios estructurados y entrevistas semi-estructuradas, orientados a recabar no sólo indicadores cuantitativos del logro académico, sino también relatos que iluminan las vivencias y valoraciones de los discentes en torno a su ruta cognitiva. Al articular los resultados numéricos con los relatos subjetivos, el análisis adquirió mayor profundidad y clarificó los nexos entre los mecanismos neurobiológicos y el rendimiento en química.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación adoptó un diseño preexperimental, caracterizado por un enfoque aplicado que persigue la mejora del rendimiento académico en Química. A pesar de la ausencia de un grupo de control, se examina el efecto de las intervenciones didácticas fundamentadas en principios de neurobiología. Se llevó a cabo un pre-test y post-test al grupo de estudiantes, antes y después de la guía didáctica, teniendo en cuenta los requerimientos educativos identificados mediante el proceso inicial de diagnóstico.

El presente estudio tiene una orientación esencialmente práctica y se centra en un problema educativo bien definido: las dificultades de aprendizaje que los estudiantes presentan en la asignatura de Química. Mediante la incorporación sistemática de principios neurobiológicos en la planificación de las actividades instruccionales, se intentan generar indicaciones concretas que, de manera intencionada y medible, eleven el rendimiento escolar, subrayando, en particular, la consolidación duradera de los saberes, el compromiso emocional del alumnado y la construcción de una predisposición positiva hacia la materia. Por tanto, el presente estudio posee una pertinencia práctica inmediata al utilizar enfoques inspirados en la neurociencia para optimizar los procesos de enseñanza y el rendimiento de los alumnos en la Química.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación de Campo: Esta etapa del estudio se dedicó a la obtención de datos primarios, recabados en el propio contexto de los sujetos de investigación. Mediante la aplicación de cuestionarios a alumnos y profesores de la Unidad Educativa, se indagó sobre las percepciones de los estudiantes respecto a la instrucción en química y su vinculación con los fundamentos neurobiológicos. La evidencia recogida en el contexto escolar proporcionó una representación inmediata y precisa de la realidad pedagógica observada.

Investigación Bibliográfica: Durante esta fase se llevó a cabo una revisión sistemática, controles y exhaustiva de la bibliografía científica relevante. Se analizó un conjunto de obras que se sitúan en la intersección de la neurobiología y los mecanismos del aprendizaje, dando preferencia a aquellas que entrelazan la neurociencia con la didáctica de la química. Esta actividad se estructuró para ofrecer un andamiaje teórico robusto que proporcione, a un mismo tiempo, instrumentación contextual y soporte legitimado por hallazgos empíricos, consolidando la base argumentativa del trabajo en curso.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación presentó un nivel metodológico que integró componentes descriptivos, correlacionales, comparativos y propositivos. Inicialmente, se delinearon las características y las dinámicas que estructuran el aprendizaje de la química desde la óptica de los estudiantes, mapeando aspectos conceptuales y afectivos. Posteriormente, se analizó la correlación entre los enfoques neurobiológicos y las variables asociadas al rendimiento académico, buscando identificar patrones de interdependencia. Mediante un diseño comparativo, se examinó en qué medida las estrategias pedagógicas fundamentadas en principios neurobiológicos repercutieron en el desempeño estudiantil dentro del dominio químico, comparando grupos que aplicaron dichas estrategias con aquellos que recibieron instrucción convencional.

Es esencial destacar que, en lugar de adoptar un diseño de tipo causa-efecto, se optó por una comparación secuencial de los resultados registrados en tres momentos temporales: previos, concurrentes y posteriores a la implementación de los abordajes de intervención basados en principios neurobiológicos. Esta secuencia se articuló en función de los objetivos formulados, de modo que los datos pueden ser abordados comprensivamente y no se dan por

supuestos mecanismos de mediación unidimensional. Este procedimiento permitió, más que meras correlaciones, una decantación de cómo los factores neurobiológicos habrían mediado los procesos de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo así un examen más matizado de las repercusiones de las intervenciones en el ámbito educativo.

3.4 TIPO DE ESTUDIO

Este trabajo empleó un diseño longitudinal, dado que se examinó a lo largo de un horizonte temporal específico a un grupo de alumnos de bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales. Contrariamente a un diseño transversal, que recopila información en un solo instante, el enfoque longitudinal facilita el rastreo de transformaciones y trayectorias en las características de la población investigada, permitiendo así una comprensión más precisa de su desarrollo.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 *Análisis estadístico*

Prueba T de Student

Se utilizó esta prueba para comparar las medias de las calificaciones pre y post intervención, mediante un análisis de los datos para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas.

1. Se formuló las hipótesis:
 - Hipótesis nula (H0): No hay diferencia significativa entre las medias de las dos muestras.
 - Hipótesis alternativa (H1): Existe una diferencia significativa entre las medias de las dos muestras.
2. Se determinó el nivel de significancia (α):
Este valor indica la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera.
3. Calcular el estadístico t:
Se calculó utilizando una fórmula que depende del tipo de prueba t (una o dos muestras, con o sin varianzas iguales).
4. Determinar los grados de libertad:

Los grados de libertad (gl) se utilizan para encontrar el valor crítico en la tabla t de Student. Para una prueba de dos muestras con varianzas iguales, los grados de libertad son $n_1 + n_2 - 2$, donde n_1 y n_2 son los tamaños de las muestras.

5. El valor crítico se obtuvo :

En la tabla t de Student mediante los grados de libertad y el nivel de significancia.

6. Por último, se contrastó el estadístico t con el valor crítico:

- Por lo que, si el valor absoluto del estadístico t es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula y se determina que existe una diferencia significativa entre las medias.
- Además, si el valor absoluto del estadístico t es menor que el valor crítico, no se rechaza la hipótesis nula y se determina que no hay indicio suficiente para afirmar una diferencia significativa entre ambas medias.

3.5.2 *Técnicas*

Encuesta: Para la obtención de los datos cuantitativos de la investigación, se utilizó un cuestionario de 10 preguntas de opción múltiple. Se realizó en 64 alumnos matriculados en primero de bachillerato, pertenecientes a la Unidad Educativa Fiscomisional San Francisco de Sales Alausí.

3.5.3 *Instrumento*

Cuestionario: Se empleó para evaluar el impacto de la aplicación de estrategias o metodologías neurobiológicas en el rendimiento académico de los estudiantes de bachillerato en el aprendizaje de química mediante durante un periodo escolar.

3.6 **TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

1. Se diseñó una guía didáctica basada en neurobiología, estructurada con actividades prácticas, demostrativas y exploratorias.
2. La guía didáctica fue presentada a los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional San Francisco de Sales, en Alausí.
3. Se aplicó la encuesta a los participantes y la entrevista a los docentes.
4. Los datos recopilados fueron tabulados, junto con la información obtenida en la entrevista.
5. Se llevó a cabo una revisión crítica de los datos obtenidos mediante la encuesta.

6. Se procedió a la tabulación de datos, seguida de la generación de gráficos estadísticos de manera ordenada y sistemática.
7. Finalmente, se realizó el análisis e interpretación de los resultados.

3.7 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.7.1 Población

La población objeto de estudio fueron los estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional San Francisco de Sales Alausí. Estos estudiantes representan un grupo diverso en cuanto a antecedentes académicos, niveles de interés en química. La inclusión de esta población diversa buscó abordar de manera integral los posibles impactos del tema propuesto en diferentes perfiles de estudiantes de bachillerato.

Tabla 1

Población de estudio

CATEGORIA	ALUMNOS	Porcentaje
Mujeres	43	67,19%
Hombres	21	32.81 %
Total	64	100 %

Nota. Población de Estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausí-Chimborazo

3.7.2 Tamaño de la Muestra

La selección de la muestra se realizó de manera no probabilística, de tipo intencional basada en criterios establecidos por el investigador y factores relevantes para el estudio. La muestra seleccionada fueron los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausí-Chimborazo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE LAS PREGUNTAS DEL PRE-TEST

En la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausí-Chimborazo, se realizó un pretest a sus estudiantes de Bachillerato para saber cuáles eran sus criterios, conocimientos previos y conceptos en relación con la Química, considerando una propuesta neurobiológica. Esta evaluación diagnóstica inicial permite reconocer las percepciones, problemas, y las estrategias cognitivas que operan en los estudiantes.

Pregunta 1. ¿Con qué regularidad el docente utiliza conocimientos de neurobiología para mejorar el aprendizaje de la Química?

Tabla 2

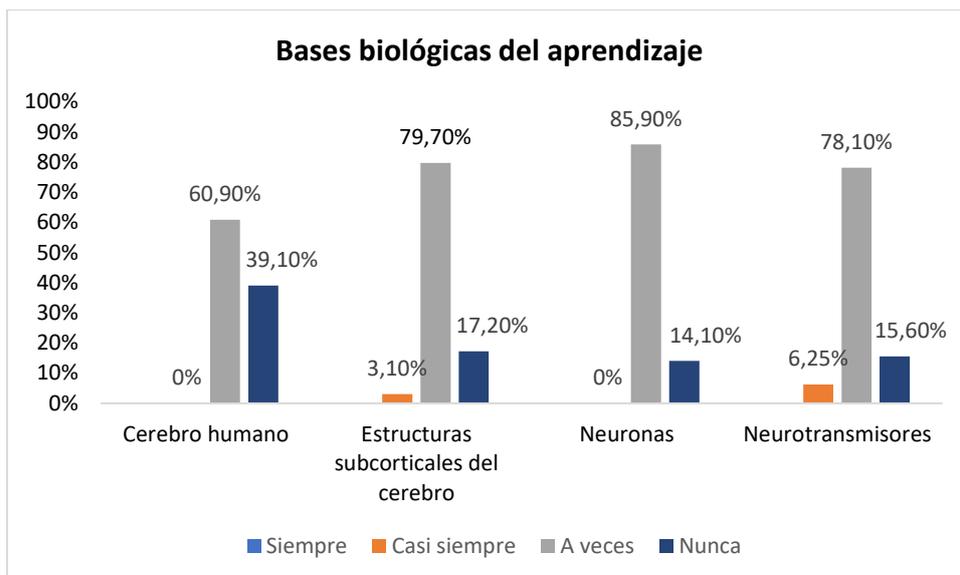
Bases biológicas del aprendizaje

INDICADORES	Siempre		Casi siempre		A veces		Nunca		TOTAL	
	F	%	F	%	F	%	F	%	Frecuencia	Porcentaje
Cerebro humano	0	0	0	0.0	39	60.9	25	39.1	64	100.00
Estructuras subcorticales del cerebro	0	0	2	3.1	51	79.7	11	17.2	64	100.00
Neuronas	0	0	0	0.0	55	85.9	9	14.1	64	100.00
Neurotransmisores	0	0	4	6.25	50	78.1	10	15.6	64	100.00

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 4

Bases biológicas del aprendizaje



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

La Tabla 2 y la Figura 4 muestran que la mayoría de los estudiantes perciben que el docente solo ocasionalmente fomenta el conocimiento de las bases neurobiológicas en las clases de Química. En los cuatro indicadores evaluados (cerebro humano, estructuras subcorticales, neuronas y neurotransmisores), la opción "a veces" fue la más seleccionada, con porcentajes que van del 60,9% al 85,9%. Las respuestas en las categorías "siempre" o "casi siempre" fueron mínimas o inexistentes, mientras que una proporción menor de estudiantes indicó que nunca se abordan estos temas.

INTERPRETACIÓN:

Se evidenció una baja incorporación de los conocimientos neurobiológicos en la enseñanza de la Química. Lo que indica la necesidad de implementar esta propuesta en la formación docente en neuroeducación para mejorar los procesos de aprendizaje, para que reflejen un mejor rendimiento académico.

2. ¿Qué procesos cognitivos del cerebro humano son potenciados por el docente durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química?

Tabla 3

Procesos cognitivos del cerebro humano

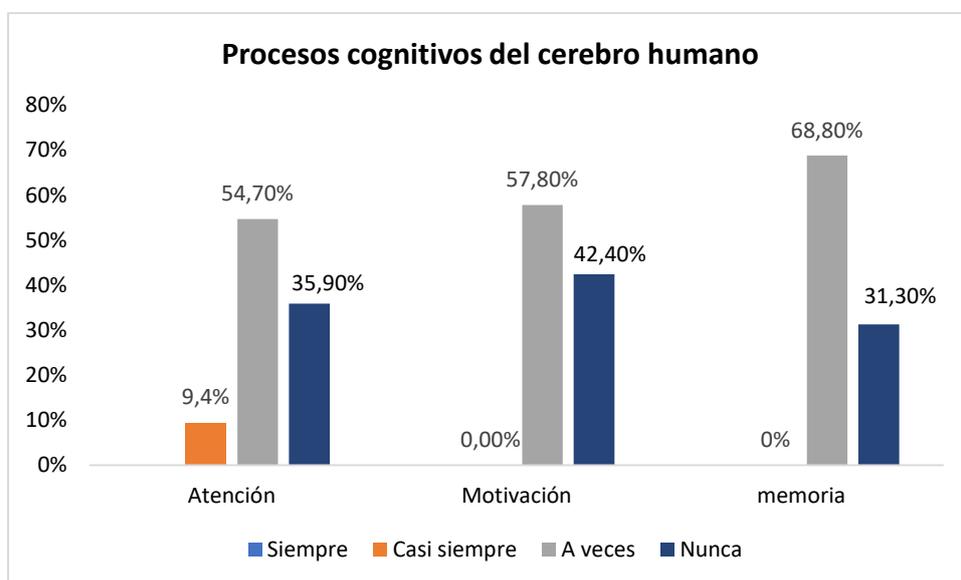
Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca	TOTAL
---------	--------------	---------	-------	-------

INDICADORES	F	%	F	%	F	%	F	%	Frecuencia	Porcentaje
Atención	0	0	6	9.4	35	54.7	23	35.9	64	100.00
Motivación	0	0	0	0.0	37	57.8	27	42.2	64	100.00
Memoria	0	0	0	0.0	44	68.8	20	31.3	64	100.00

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 5

Procesos cognitivos del cerebro humano



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Los resultados muestran que, en el parámetro de atención, el 54,7% de los estudiantes indicó que el docente a veces promueve este proceso cognitivo, mientras que un 35,9% manifestó que nunca se fomenta. Además, el 9,4 % señala que casi siempre, por otro lado, el indicador motivación, avanzó con el 57,8% de los encuestados mencionando que este aspecto es fomentado solo a veces, y un 42,2% opinó que nunca se promueve. En cuanto, a la memoria el 68,8% de los estudiantes señaló que percibe el estímulo de este proceso en ocasiones, finalmente un 31,3% expresó que, en su experiencia, nunca se promueve dicho estímulo.

INTERPRETACIÓN:

Los hallazgos evidencian una limitada inclusión de estrategias motivacionales dentro de la enseñanza, repercutiendo negativamente en el compromiso y la motivación de los alumnos en el estudio de la Química. Respecto a la memoria, la mayoría de los encuestados reporta que su activación se promueve de forma ocasional, y una proporción significativa sostiene que no se incentiva en ningún momento. Esto sugiere que las metodologías empleadas no están enfocadas en fortalecer de forma clara y efectiva la retención y recuperación de la información, lo que limita el desarrollo de uno de los procesos cognitivos más relevantes para el aprendizaje.

3. ¿Qué estrategias basadas en neurodidáctica emplea el docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química?

Tabla 4

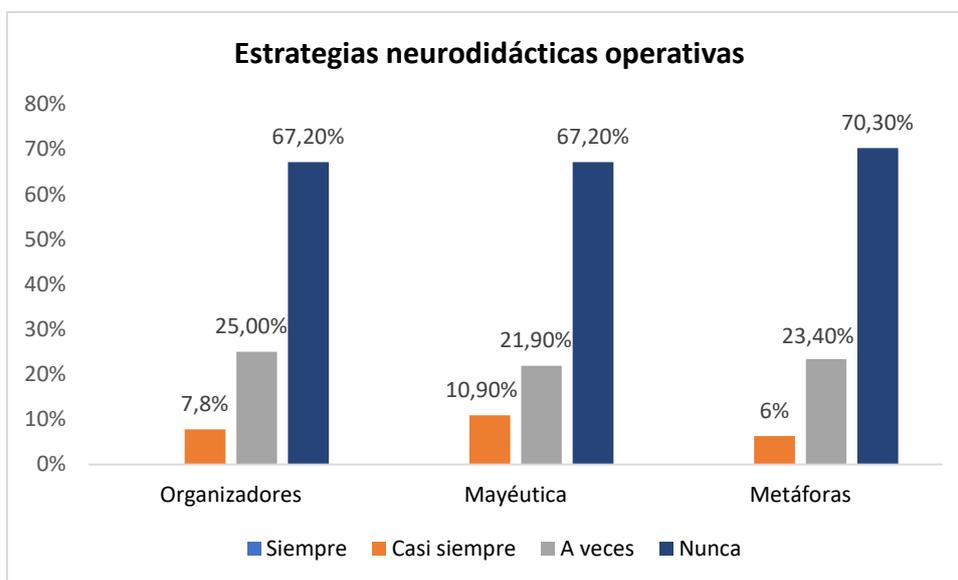
Estrategias neurodidácticas operativas

INDICADORES	Siempre		Casi siempre		A veces		Nunca		TOTAL	
	F	%	F	%	F	%	F	%	Frecuencia	Porcentaje
Organizadores	0	0	5	7.8	16	25.0	43	67.2	64	100.00
Mayéutica	0	0	7	10.9	14	21.9	43	67.2	64	100.00
Metáforas	0	0	4	6.3	15	23.4	45	70.3	64	100.00

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 6

Estrategias neurodidácticas operativas



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

La Tabla 4 muestra una baja implementación de estrategias didácticas claves en las clases de Química. El 67,2% de los estudiantes indicó que nunca se utilizan organizadores previos, mientras que solo el 7,8% señaló que se aplican casi siempre y el 25,0% que se usan ocasionalmente. De manera similar, el uso de la mayéutica fue percibido como inexistente por el 67,2%, frente a un 10,9% que afirmó que se emplea casi siempre y un 21,9% que la ha observado a veces. Respecto a las metáforas como recurso didáctico, el 70,3 % de los encuestados indicó que nunca se emplean, el 6,3 % que se recurre a ellas casi de forma habitual y el 23,4 % que se aplican de manera esporádica.

INTERPRETACIÓN:

Las opiniones de los estudiantes indicaron que la instrucción continúa apoyándose predominantemente en métodos tradicionales, dejando de lado el uso de estrategias didácticas innovadoras, tales como los organizadores previos, la mayéutica y la metáfora. Esta carencia restringe la capacidad de los alumnos para desarrollar pensamiento crítico, construcciones conceptuales profundas y la asimilación activa del saber.

4. ¿Qué habilidades cognitivas son promovidas por el docente a través del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química?

Tabla 5

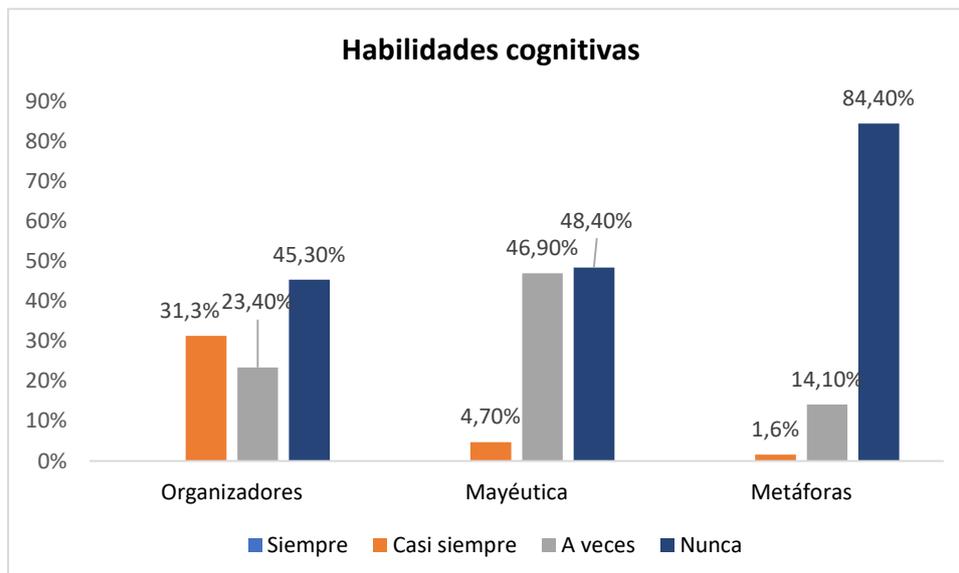
Habilidades cognitivas

INDICADORES	Siempre		Casi siempre		A veces		Nunca		TOTAL	
	F	%	F	%	F	%	F	%	Frecuencia	Porcentaje
Analíticas	0	0	20	31.3	15	23.4	29	45.3	64	100.00
Críticas	0	0	3	4.7	30	46.9	31	48.4	64	100.00
Creativas	0	0	1	1.6	9	14.1	54	84.4	64	100.00

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 7

Habilidades cognitivas



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Respecto a las competencias analíticas, el 45,3% de los participantes en la encuesta llevó a cabo la elección de la opción "nunca se promueven", mientras que únicamente el 31,3% afirmó que se fomentan casi siempre. En cuanto a las competencias críticas, se obtiene un patrón similar, pues el 48,4% sostiene que no se desarrollan en los ambientes que evalúa y apenas el 3% señala que su estimulación se realiza casi siempre. Las competencias creativas, por su parte, reciben un tratamiento aún más débil, dado que el 84,4% de los encuestados considera que nunca se les dedica atención.

INTERPRETACIÓN:

Los datos recogidos ponen de manifiesto una escasa promoción de competencias cognitivas en las aulas de Química. Poniendo de manifiesto la necesidad de aplicar las estrategias pedagógicas para una mejor transmisión de información en temas complejos que requieren herramientas más dinámicas para su comprensión.

5. ¿Qué estructura neurobiológica predomina durante el estudio de Química, según los estudiantes?

Tabla 6

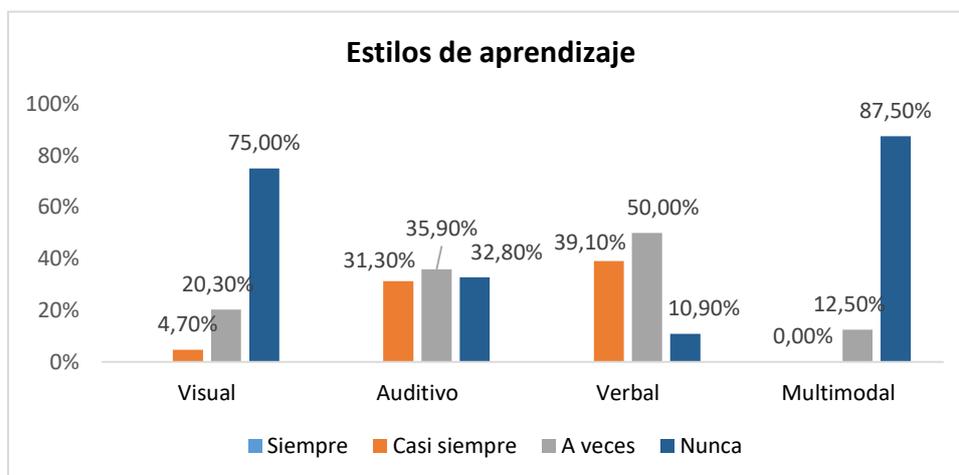
Estilos de aprendizaje

INDICADORES	Siempre		Casi siempre		A veces		Nunca		TOTAL	
	F	%	F	%	F	%	F	%	Frecuencia	Porcentaje
Visual	0	0	3	4.7	13	20.3	48	75.0	64	100.00
Auditivo	0	0	20	31.3	23	35.9	21	32.8	64	100.00
Verbal	0	0	25	39.1	32	50.0	7	10.9	64	100.00
Multimodal	0	0	0	0	8	12.5	56	87.5	64	100.00

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 8

Estilos de aprendizaje



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Los datos presentados en la Tabla 6 evidencian que los enfoques de aprendizaje utilizados por los estudiantes para comprender los contenidos de Química son limitados y poco diversificados. El enfoque visual es el menos empleado, ya que el 75% de los encuestados manifiesta no utilizarlo nunca. Por ende, el enfoque verbal se visualizó un porcentaje de 50% y un 31.3% que afirma usarlo casi siempre, además en el indicador auditivo se obtiene una presencia moderada, por último, el enfoque multimodal es el menos inusual.

INTERPRETACIÓN:

Esta tendencia reveló una fuerte dependencia de estilos de aprendizaje individuales y una limitada integración de métodos combinados que podrían favorecer una comprensión más profunda de los conceptos químicos. Estos hallazgos reflejan un problema recurrente en los entornos educativos: la falta de estrategias pedagógicas que promuevan el uso flexible y adaptativo de diferentes enfoques de aprendizaje.

6. ¿Qué tipo de actividades prácticas se realizan en las clases de Química para fomentar la comprensión de los conceptos?

Tabla 7

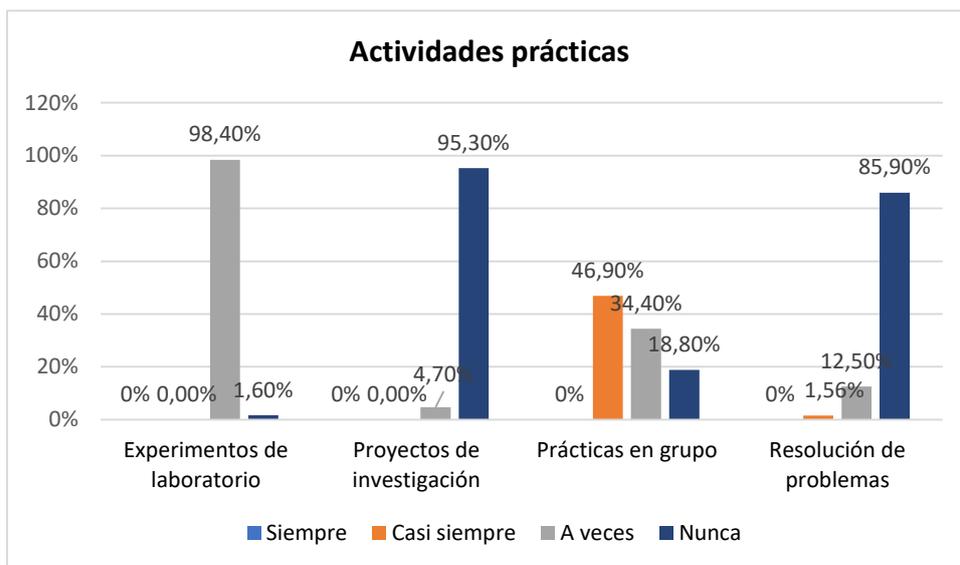
Actividades prácticas

INDICADORES	Siempre		Casi siempre		A veces		Nunca		TOTAL	
	F	%	F	%	F	%	F	%	Frecuencia	Porcentaje
Experimentos de laboratorio	0	0	0	0,0	63	98,4	1	1,6	64	100,00
Proyectos de investigación	0	0	0	0,0	3	4,7	61	95,3	64	100,00
Prácticas en grupo	0	0	30	46,9	22	34,4	12	18,8	64	100,00
Resolución de problemas	0	0	1	1,5625	8	12,5	55	85,9	64	100,00

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 9

Actividades prácticas



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

En relación con los experimentos de laboratorio, el 98,4% de los encuestados indica que solo a veces se realizan, mientras que un 1,6% afirma que nunca se llevan a cabo, por otro lado, no se reporta ningún caso en que esta actividad se realice siempre o casi siempre, lo que evidenció una subutilización de este recurso fundamental. Por su parte, los proyectos de investigación, que podrían fomentar habilidades clave como la indagación y el pensamiento científico, también están prácticamente ausentes: el 95,3 % señala que nunca se realizan y solo el 4,7 % indica que ocurren esporádicamente. Las prácticas en grupo presentan una distribución algo más variada, aunque todavía limitada: el 46,9 % señala que se realizan casi siempre, el 34,4 % a veces y el 18,8 % nunca. Finalmente, la resolución de problemas, una técnica fundamental para desarrollar el pensamiento crítico y la aplicación del conocimiento teórico muestra una implementación muy escasa: el 85,9 % de los estudiantes reporta que nunca se lleva a cabo, el 12,5 % que ocurre ocasionalmente y apenas un 1,6 % que se realiza casi siempre.

INTERPRETACIÓN

Los datos presentados en la Tabla 7 reflejaron una preocupante escasez en la aplicación de estrategias prácticas en las clases de Química, lo que limitó significativamente la comprensión de los conceptos por parte del estudiantado. Esta falta de diversidad

metodológica, evidenciada en los resultados, podría estar afectando negativamente tanto la motivación de los estudiantes como su nivel de comprensión de los contenidos. La casi inexistente implementación de actividades prácticas sugiere un enfoque predominantemente teórico, que no solo empobrece la experiencia educativa, sino que también limita la construcción significativa del conocimiento.

7. ¿Cómo se promueve el trabajo colaborativo en las clases de Química?

Tabla 8

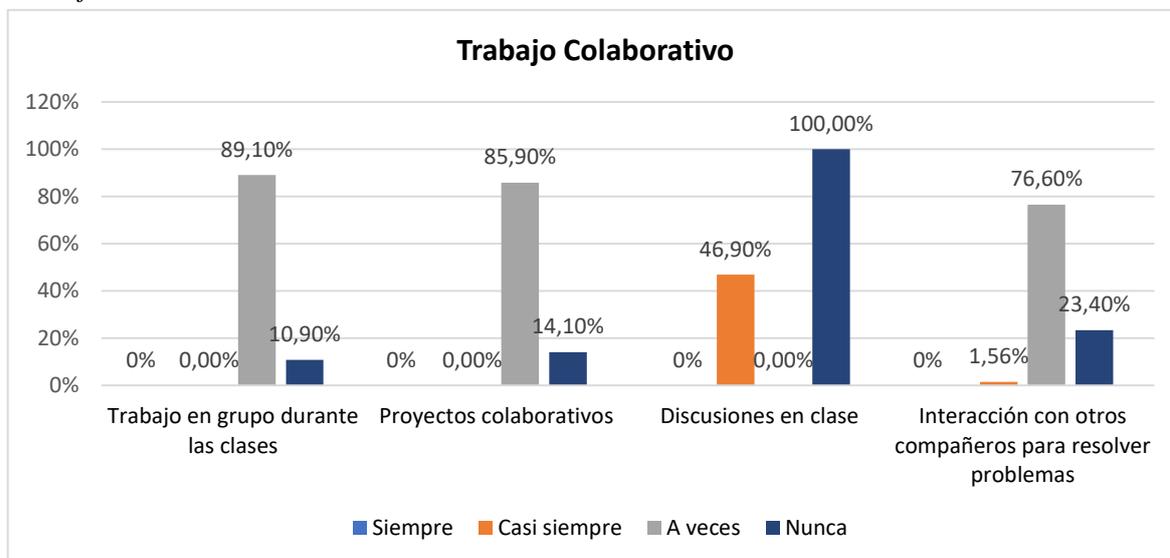
Trabajo Colaborativo

INDICADORES	Siempre		Casi siempre		A veces		Nunca		TOTAL	
	F	%	F	%	F	%	F	%	Frecuencia	Porcentaje
Trabajo en grupo durante las clases	0	0	0	0,0	57	89,1	7	10,9	64	100,00
Proyectos colaborativos	0	0	0	0,0	55	85,9	9	14,1	64	100,00
Discusiones en clase	0	0	0	0,0	0	0,0	64	100,0	64	100,00
Interacción con otros compañeros para resolver problemas	0	0	0	0,0	49	76,6	15	23,4	64	100,00

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 10

Trabajo colaborativo



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Los datos sobre el trabajo colaborativo en aulas, medido a través de un cuestionario aplicado a los estudiantes, muestran que el 89,1% de los encuestados identifica esta práctica como un fenómeno que sucede solamente en ocasiones, mientras que el 10,9% declara que jamás se lleva a cabo. No se encuentra, en cambio, respuesta afirmativa en las categorías de siempre o casi siempre, lo que sugiere que el trabajo cooperativo no se ha integrado de forma disciplinaria a la rutina docente. Esta tendencia se replica en la implementación de proyectos grupales: un 85,9% de los estudiantes señala que la gestión de tales iniciativas se limita a ocasiones esporádicas, y un 14,1% indica que no se organizan en absoluto. La situación se torna más preocupante respecto a las discusiones en clase, dado que el 100% de la muestra reporta la ausencia total de momentos estructurados de diálogo, lo que evidencia un vacío en los circuitos de intercambio crítico y de socialización de saberes. La interacción entre compañeros con el fin de resolver problemas de contenido se reporta, en un 76,6% de los casos, como una práctica que se limita a momentos aislados, mientras que un 23,4% sostiene que no se produce en modo alguno, confirmándose así una débil incorporación de estrategias que vinculen la cooperación y la resolución de problemas en el ámbito académico.

INTERPRETACIÓN:

Los hallazgos presentados en la Tabla 8 indican un desplazamiento hacia enfoques individualistas, en los que la colaboración grupal y el aprendizaje social son respectivamente minimizados o no aparecen. Tal carencia contrasta con un cuerpo amplio de investigación que documenta los beneficios del aprendizaje cooperativo mejoras en el rendimiento académico, cultivo de competencias socioemocionales esenciales, aumento de la motivación y generación compartida del saber, sugiriendo la necesidad de reexaminar las prácticas pedagógicas vigentes y de valorar explícitamente los entornos que sostienen la interacción y el aprendizaje entre pares.

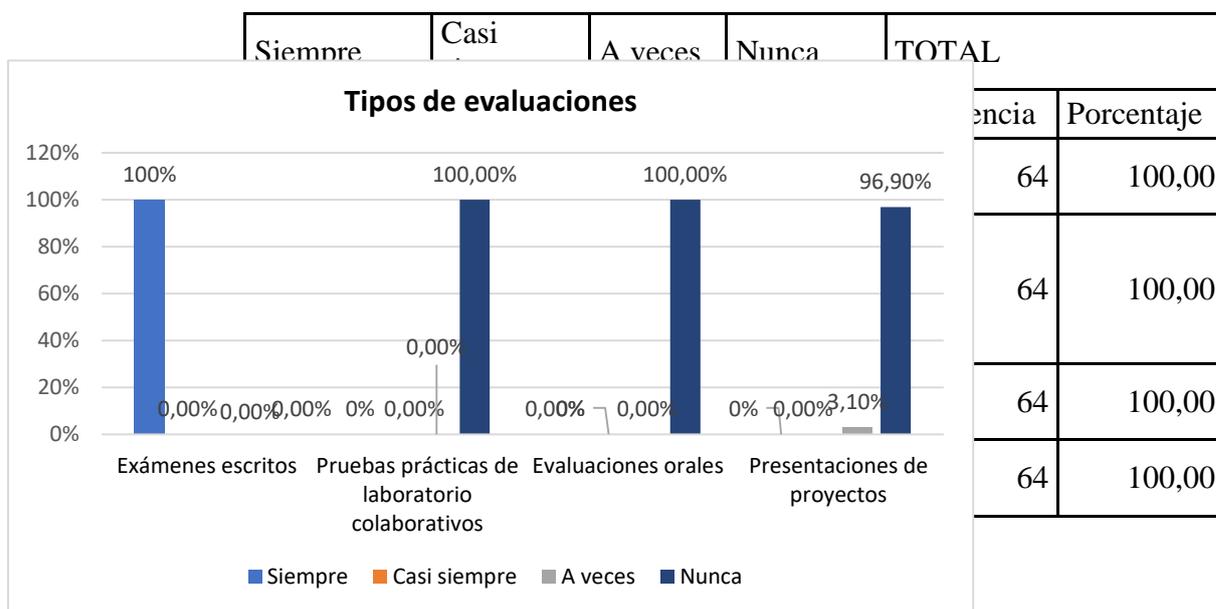
8. ¿Qué tipo de evaluaciones se utilizan para medir el aprendizaje en Química?

Tabla 9

Tipos de evaluaciones

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 11



Tipos de evaluaciones

Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

El 100% de los estudiantes encuestados manifiestan que siempre se les evalúa mediante exámenes escritos. En contraste, otras modalidades de evaluación, como las

pruebas prácticas de laboratorio colaborativas, evaluaciones orales y presentaciones de proyectos, no son empleadas de manera significativa: en los tres casos, el 100% o un valor muy cercano indicaron que nunca se aplican. Por ejemplo, el 96.9% señaló que nunca ha participado en presentaciones de proyectos, y el 100% indica no haber sido evaluado mediante prácticas de laboratorio ni evaluaciones orales.

INTERPRETACIÓN:

Los datos presentados en la Tabla 9 indican que en las asignaturas de Química se privilegian los exámenes escritos como mecanismo casi exclusivo de evaluación del aprendizaje. Esta orientación hacia instrumentos tradicionales restringe la capacidad del proceso educativo para registrar una comprensión más profunda y significativa del saber químico. Al concentrarse primordialmente en la memorización de los contenidos, se desatienden competencias igualmente relevantes, tales como la colaboración grupal, la formulación de argumentos científicos y la aplicación práctica de los conceptos, todas ellas fundamentales en una disciplina que transita necesariamente por el ámbito experimental.

La prevalencia de una cultura educativa que prioriza la evaluación sumativa puede haber reforzado la creencia de que los exámenes tradicionales constituyen la única medida objetiva del aprendizaje. No obstante, investigaciones recientes han evidenciado las ventajas de las evaluaciones alternativas y auténticas, que favorecen un aprendizaje más profundo. En este sentido Nugent & Barker, 2021, al examinar distintos contextos académicos demuestran que instrumentos como presentaciones, proyectos colaborativos y prácticas experimentales permiten valorar no solo los saberes conceptuales, sino también competencias prácticas, habilidades comunicativas y actitudes sociales. La adopción sistemática de estas modalidades, según los autores, no solo incrementa la motivación del alumnado, sino que también contribuye a la creación de ambientes de aprendizaje más inclusivos y relevantes.

9. ¿Qué tipo de técnicas se emplean en las clases de Química para ayudar a los estudiantes a retener información a largo plazo?

Tabla 10

Técnicas empleadas

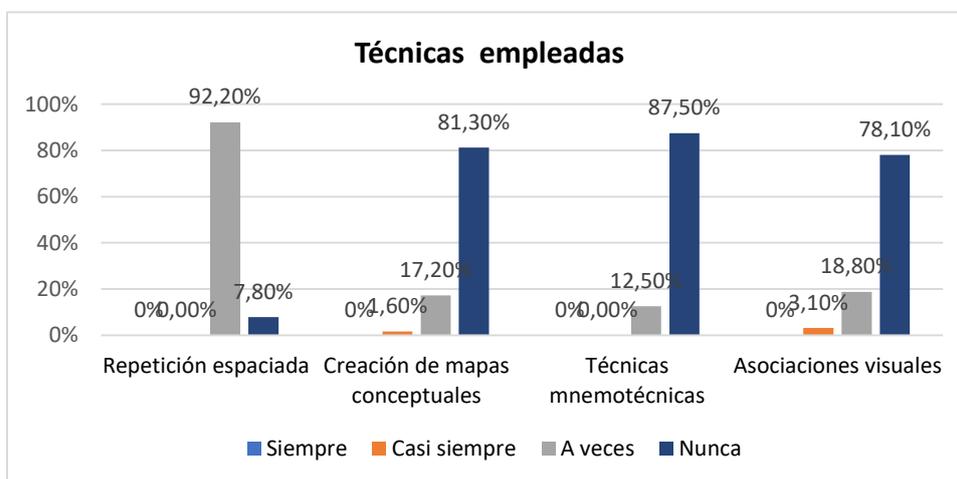
	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca	TOTAL
--	---------	--------------	---------	-------	-------

INDICADORES	F	%	F	%	F	%	F	%	frecuencia	Porcentaje
Repetición espaciada	0	0,0	0	0,0	59	92,2	5	7,8	64	100,00
Creación de mapas conceptuales	0	0,0	1	1,6	11	17,2	52	81,3	64	100,00
Técnicas mnemotécnicas	0	0,0	0	0,0	8	12,5	56	87,5	64	100,00
Asociaciones visuales	0	0,0	2	3,1	12	18,8	50	78,1	64	100,00

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 12

Técnicas empleadas



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

Los datos presentados en la Tabla 10 evidencian una baja implementación de técnicas pedagógicas destinadas a favorecer la retención de información a largo plazo en las clases de Química.

ANÁLISIS:

La estrategia de repetición espaciada, ampliamente sustentada por la neuroeducación, es adoptada por el 92,2% de los encuestados en algún momento, mientras que el 7,8% declara no haberla practicado jamás; sin embargo, la sistematicidad se muestra ausente, dado que el 0% la aplica siempre o casi siempre. En cuanto a los mapas conceptuales, el 81,3% de los alumnos señala que nunca se recurre a esta herramienta en el aula, y sólo el 1,6% reporta un empleo casi diario. Un patrón similar se encuentra en las técnicas mnemotécnicas: el 87,5%

de los participantes sostiene que no se utilizan. Por último, las asociaciones visuales quedan igualmente postergadas, con un 78,1% que nunca las ha vivido y un 3,1% que las encuentra casi siempre presentes.

INTERPRETACIÓN:

Estos resultados ponen de manifiesto una alarmante negligencia hacia las estrategias cognitivas que favorecen una adquisición de conocimiento prolongado, particularmente en disciplinas como la Química, donde es indispensable la interiorización de conceptos complejos y de naturaleza abstracta. Diversas investigaciones han demostrado que técnicas como repasar la información con intervalos de tiempo, usar esquemas visuales y crear asociaciones con imágenes ayudan significativamente a recordar mejor lo aprendido y a obtener mejores resultados en los estudios.

10. ¿Qué actividades realiza el docente para conectar los conocimientos previos de los estudiantes con los nuevos contenidos de Química?

Tabla 11

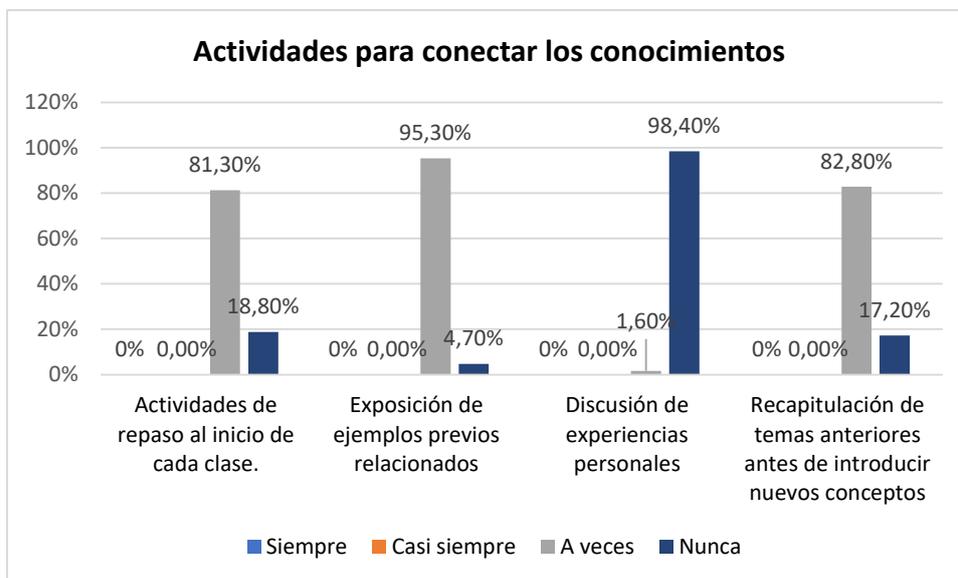
Actividades para conectar los conocimientos

INDICADORES	Siempre		Casi siempre		A veces		Nunca		TOTAL	
	F	%	F	%	F	%	F	%	Frecuencia	Porcentaje
Actividades de repaso al inicio de cada clase.	0	0,0	0	0,0	52	81,3	12	18,8	64	100,00
Exposición de ejemplos previos relacionados	0	0,0	0	0,0	61	95,3	3	4,7	64	100,00
Discusión de experiencias personales	0	0,0	0	0,0	1	1,6	63	98,4	64	100,00
Recapitulación de temas anteriores antes de introducir nuevos conceptos	0	0,0	0	0,0	53	82,8	11	17,2	64	100,00

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 13

Actividades para conectar los conocimientos



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

La exposición de ejemplos previos relacionados se posiciona como la técnica más empleada, con un 95.3% de estudiantes que señalan que se aplica a veces, y solo un 4.7% indican que nunca se utiliza. Le alcanza la recapitulación de temas anteriores antes de introducir nuevos conceptos, utilizada a veces por el 82.8% de los encuestados y omitida en un 17.2% de los casos. Las actividades de repaso al inicio de cada clase también son moderadamente aplicadas: el 81.3% reporta que se implementan a veces, mientras que el 18.8% dice que nunca las ha visto. En contraste, la discusión de experiencias personales es prácticamente inexistente como estrategia didáctica, siendo nunca utilizada en el 98.4% de los casos, y a veces en solo el 1.6%.

INTERPRETACIÓN:

Los datos de la Tabla 11 evidencian un empleo parcial e inconsistente de las estrategias diseñadas para articular los saberes previos con las informaciones emergentes en la enseñanza de la Química, presentándose su aplicación de manera episódica y sin que se hayan documentado instancias de utilización sistemática por parte del cuerpo docente.

Estas evidencias orientan a una preferencia por procedimientos de escasa profundidad en la evocación de saberes previos, relegando modalidades que, en cambio, se

caracterizan por su carácter integrador y por su ajuste a las exigencias cognitivas y afectivas del estudiante. La pedagogía actual reconoce que, cuando el docente guía a los alumnos para establecer conexiones significativas entre lo nuevo y lo ya aprendido mediante ejemplos concretos, analogías comprensibles o situaciones de la vida cotidiana se favorece una comprensión más profunda, se facilita la aplicación del conocimiento en diversos contextos y se fortalece su consolidación en la memoria de manera más sólida y duradera.

4.2 ANÁLISIS DE LAS PREGUNTAS DEL POST-TEST

La aplicación del postest se efectuó tras concluir el pretest correspondiente a los estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, en la parroquia Alausí, provincia de Chimborazo. Su propósito es, a través de medidas cuantitativas y cualitativas, ponderar el progresivo desarrollo, las transformaciones y la eficacia de las estrategias cognitivas implementadas, al tiempo que se localizan las mejoras constatadas y las áreas que aún presentan resistencia a la superación de las dificultades iniciales.

1. ¿Qué nivel de mejora percibe en su capacidad de atención durante las clases de Química tras la implementación de estrategias neurodidácticas?

Tabla 12

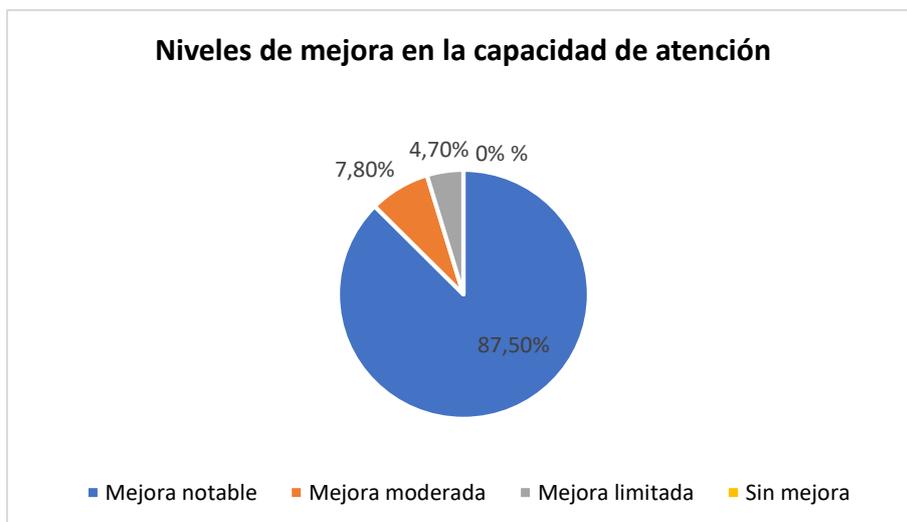
Niveles de mejora que perciben en la capacidad de atención

INDICADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Mejora notable	56	87.5%
Mejora moderada	5	7.8%
Mejora limitada	3	4.7%
Sin mejora	0	0%
TOTAL	64	100%

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 14

Niveles de mejora en la capacidad de atención



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Los resultados indican que el 87,5 % de los estudiantes reportaron un incremento significativo en su capacidad de atención, lo que sugiere una influencia altamente favorable de las intervenciones neuroeducativas implementadas. A su vez, el 7,8 % de los estudiantes manifestó un progreso moderado, en tanto que solamente el 4,7 % consignó un avance restringido. Es de destacar que no se obtuvieron respuestas en la opción "sin mejora", lo que evidencia que cada estudiante atribuye, al menos, un cierto nivel de desarrollo en esta dimensión.

INTERPRETACIÓN:

Estos resultados detectan que la incorporación de principios neurodidácticos en la enseñanza de la Química puede fomentar la atención sostenida de los estudiantes, favoreciendo un entorno de aprendizaje más efectivo; la atención se concibe como una función cognitiva fundamental que permite filtrar y seleccionar la información relevante, siendo fundamental para la consolidación de la memoria y el aprendizaje significativo.

2. ¿En qué medida considera que la aplicación de la guía didáctica basada en la neurodidáctica incrementó su motivación hacia el aprendizaje de la Química?

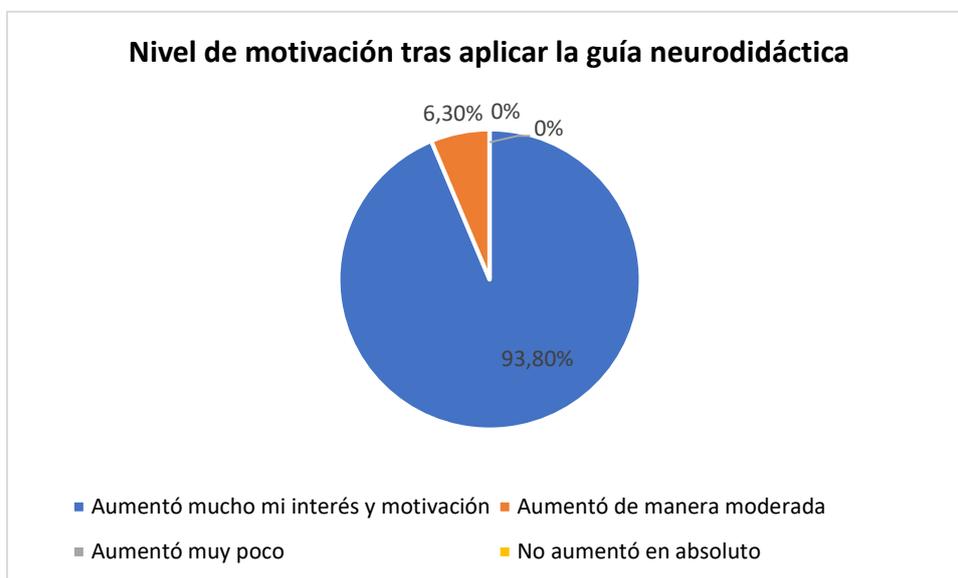
Tabla 13

Nivel de motivación tras aplicar la guía neurodidáctica

INDICADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Aumentó mucho mi interés y motivación	60	93.75%
Aumentó de manera moderada	4	6.3%
Aumentó muy poco	0	0.0%
No aumentó en absoluto	0	0%
TOTAL	64	100%

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 15



Nivel de motivación tras aplicar la guía neurodidáctica

Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Los resultados mostrados identificaron que la guía aumentó el interés y motivación del 93,75% de los estudiantes, mientras que un 6,3% señaló un incremento moderado. Por otro lado, no se registraron respuestas en las categorías aumentó muy poco o no aumentó en absoluto, lo cual muestra una respuesta positiva unánime frente a la estrategia implementada.

INTERPRETACIÓN:

La incorporación de herramientas neurodidácticas en el proceso educativo estimuló en gran medida la motivación estudiantil, un factor indispensable para el aprendizaje

relevante. Por lo que, incrementó notablemente la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la Química. No se registraron respuestas negativas, lo que indica una aceptación positiva y un efecto claro de la estrategia en el interés y compromiso de los alumnos con la asignatura.

3. ¿Le gustaría que esta guía neurodidáctica se utilice permanentemente en las clases de Química?

Tabla 14

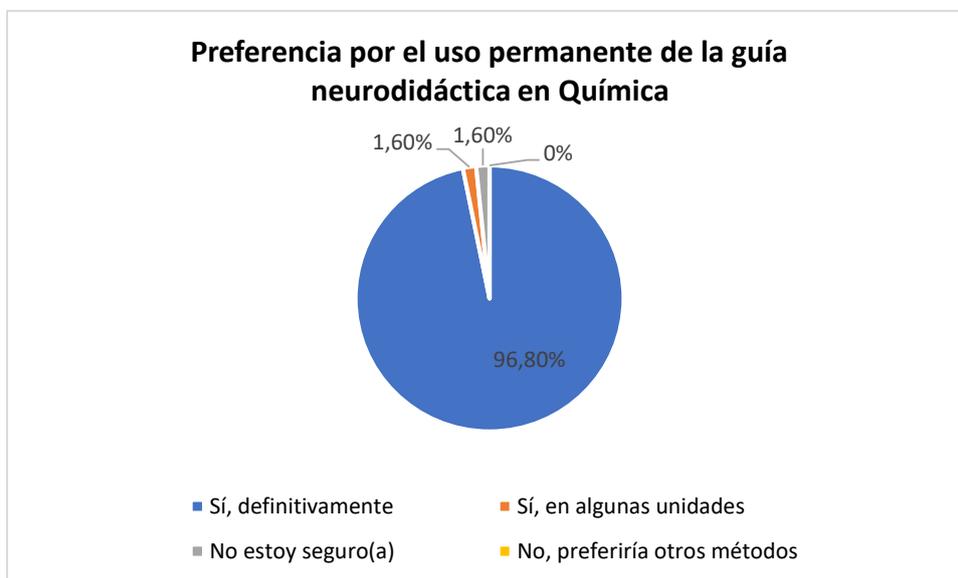
Preferencia por el uso permanente de la guía neurodidáctica en Química

INDICADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sí, definitivamente	62	96.8%
Sí, en algunas unidades	1	1.6%
No estoy seguro(a)	1	1.6%
No, preferiría otros métodos	0	0%
TOTAL	64	100%

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 16

Preferencia por el uso permanente de la guía neurodidáctica en Química



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

El 96,8 % de los participantes en la encuesta se pronunció a favor de la continuidad de esta herramienta en todas las clases de Química. Un 1,6 % de los encuestados sostuvo que su aplicación debería restringirse a unidades temáticas específicas, mientras que el mismo porcentaje se declaró indeciso. Cabe destacar que, en ningún caso, se registró una oposición a la permanencia de esta metodología.

INTERPRETACIÓN:

Su aplicación permanente en clases de Química favorecería tanto el rendimiento académico como la participación y comprensión del contenido. La respuesta favorable de esta metodología responde a las necesidades actuales del aula. Además, reforzó la importancia de innovar en las estrategias pedagógicas para mejorar la experiencia educativa.

4. ¿Cree que la aplicación de esta guía facilitó la comprensión de temas complejos en Química?

Tabla 15

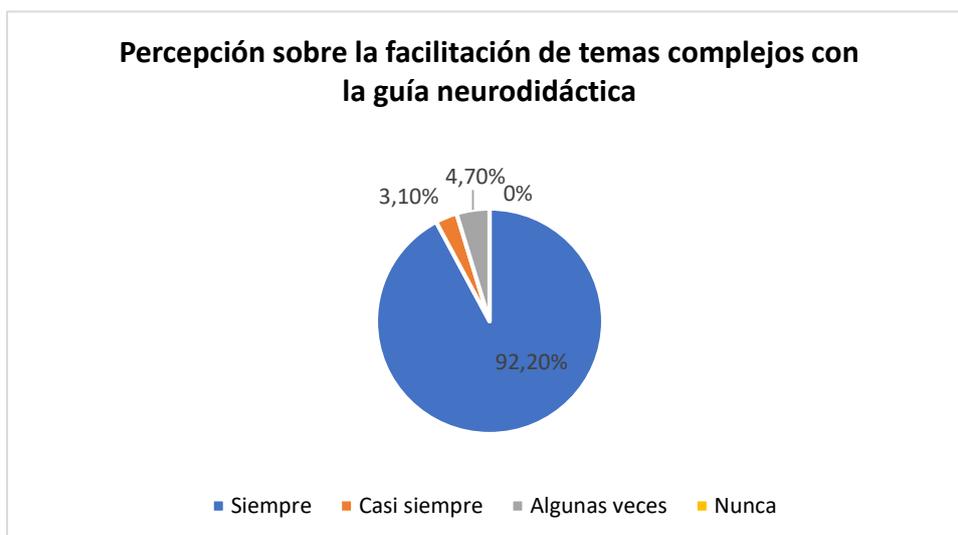
Percepción sobre la facilitación de temas complejos con la guía neurodidáctica

INDICADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Siempre	59	92.2%
Casi siempre	2	3.1%
Algunas veces	3	4.7%
Nunca	0	0%
TOTAL	64	100%

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 17

Percepción sobre la facilitación de temas complejos con la guía neurodidáctica



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Un 92,2% de los estudiantes señaló que siempre la guía facilitó la comprensión de estos temas, mientras que un 3,1% señaló que lo hizo casi siempre, y solo un 4,7% optó por la opción de algunas veces. Cabe recalcar que ningún estudiante percibió que la guía nunca ayudó en este aspecto.

INTERPRETACIÓN:

Los resultados evidenciaron que el enfoque neurodidáctico se adapta eficazmente a las demandas cognitivas del aprendizaje de Química, facilitando la comprensión de contenidos abstractos. La estructura de la guía favoreció la retención significativa al conectar nuevos conocimientos con experiencias previas, promoviendo una mejor asimilación. Esto refuerza la utilidad de aplicar este tipo de estrategias de forma permanente en asignaturas de alta complejidad conceptual.

5. ¿Qué tanto considera que la guía contribuyó a mejorar sus procesos cognitivos como la atención, memoria, pensamiento crítico en el estudio de la Química?

Tabla 16

Contribución de la guía neurodidáctica al desarrollo de habilidades cognitivas en Química

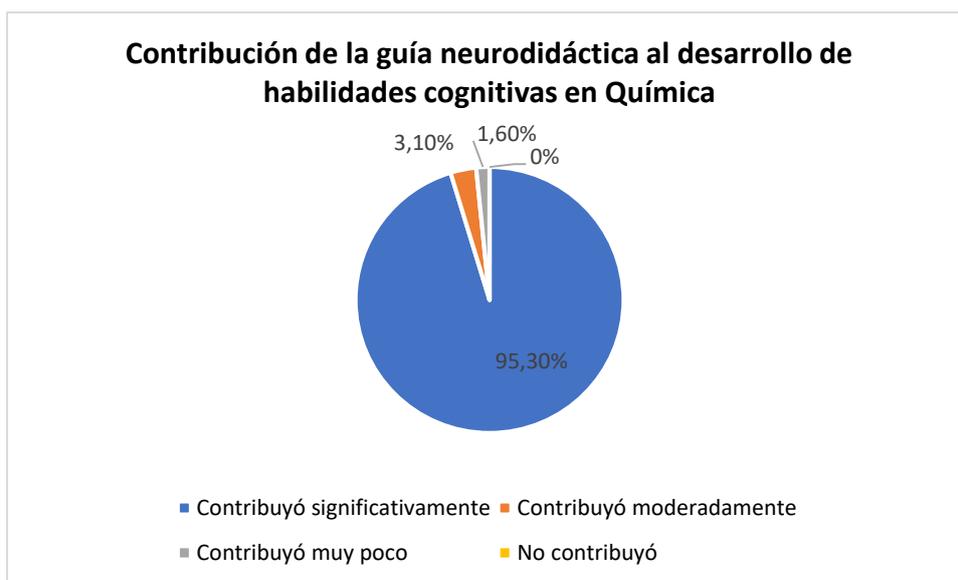
INDICADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Contribuyó significativamente	61	95.3 %

Contribuyó moderadamente	2	3.1%
Contribuyó muy poco	1	1.6%
No contribuyó	0	0%
TOTAL	64	100%

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 18

Contribución de la guía neurodidáctica al desarrollo de habilidades cognitivas en Química



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Un alto porcentaje, el 95.3% de los estudiantes, consideró que la guía contribuyó a mejorar aspectos esenciales como la atención, la memoria y el pensamiento crítico. Solo un pequeño segmento, el 3,1%, consideró que la aportación fue moderada; un 1,6% la evaluó como muy limitada. En ninguna de las respuestas se aludió a la ausencia de contribución.

INTERPRETACIÓN:

La estrategia educativa sustentada en la neurodidáctica impulsó la movilización y consolidación de los procesos cognitivos elementales idóneos para el aprendizaje profundo, armonizando las prácticas pedagógicas con los patrones intrínsecos de procesamiento y consolidación de la información en el sistema nervioso central. Esta aproximación facilitó la intensificación de la memoria y la atención, al tiempo que potenció competencias cognitivas de orden superior, tales como el razonamiento crítico y la resolución creativa de problemas.

6. ¿Considera que las dinámicas propuestas en la guía estimularon su creatividad para resolver problemas en Química?

Tabla 17

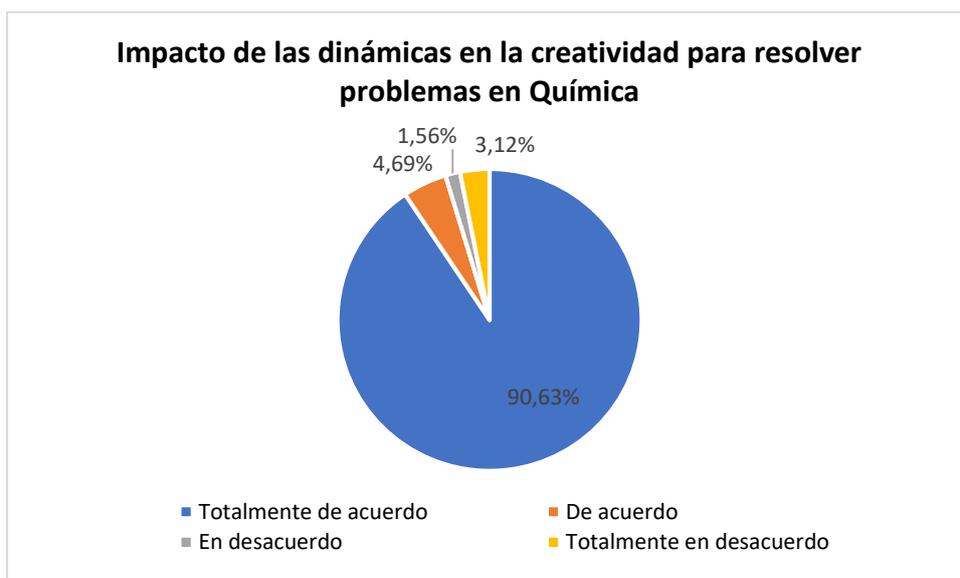
Impacto de las dinámicas en la creatividad para resolver problemas en Química

INDICADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	58	90.63%
De acuerdo	3	4.69%
En desacuerdo	1	1.56%
Totalmente en desacuerdo	2	3.12%
TOTAL	64	100%

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 19

Impacto de las dinámicas en la creatividad para resolver problemas en Química



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Un alto porcentaje de los encuestados, concretamente el 90,63%, confirmó que las actividades realizadas estimularon de forma clara su capacidad creativa; el 4,69% complementó esta opinión al señalar que también estaba de acuerdo. A nivel global, el 95,32% de los sujetos participantes consideró que las dinámicas introducidas aportaron de manera notable a su proceso de aprendizaje. Solo un 1,56% registró desacuerdo y un 3,12%

se colocó en la categoría de desacuerdo total, lo cual sugiere que las valoraciones desfavorables fueron, en suma, muy reducidas.

INTERPRETACIÓN:

Los datos recogidos en la Tabla 17 sugieren que las dinámicas diseñadas en la guía neurodidáctica ejercieron un efecto muy positivo en la creatividad de los estudiantes durante la resolución de problemas en química. Estos resultados hacen evidente la urgencia de adoptar un modelo educativo que articule saberes académicos y desarrollo emocional y cognitivo. La combinación de técnicas interactivas y metodologías renovadoras demostró ser un vehículo eficaz para cultivar primero la creatividad, luego el pensamiento crítico y, en fin, la implicación activa en la edificación del conocimiento. Del mismo modo, se concluye que la enseñanza de la química demanda intervenciones didácticas que reinterpreten su saber disciplinar e, igualmente, lo reabsorban en competencias que garanticen la formación de ciudadanos aptos para afrontar la complejidad de un mundo en reconfiguración permanente.

7. ¿Qué tanto la guía favoreció el trabajo colaborativo y la interacción con sus compañeros durante las actividades de clase?

Tabla 18

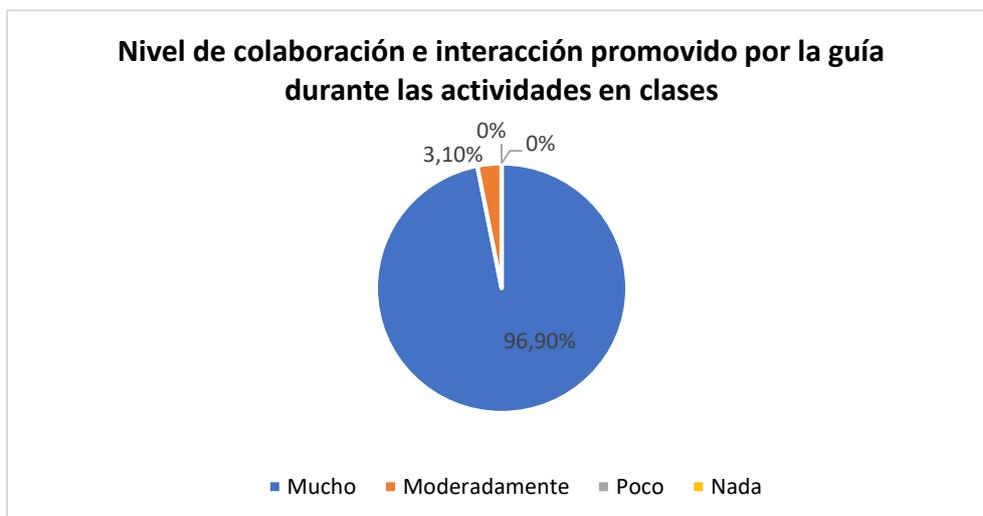
Nivel de colaboración e interacción promovido por la guía durante las actividades en clases

INDICADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Mucho	62	96.90%
Moderadamente	2	3.10%
Poco	0	0%
Nada	0	0%
TOTAL	64	100%

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 20

Nivel de colaboración e interacción promovido por la guía durante las actividades en clases



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Casi la totalidad de los encuestados, un 96.9%, afirmó que la guía les ayudó “mucho” a trabajar con sus compañeros, lo que sugiere que se generó un ambiente de aprendizaje participativo, donde el intercambio de ideas y el apoyo mutuo se volvieron parte del proceso. Solo un pequeño grupo (3.1%) consideró que ese impacto fue “moderado”, y ningún estudiante señaló que la guía hubiera tenido poco o ningún efecto en este aspecto.

INTERPRETACIÓN:

Los resultados presentados en la Tabla 18 muestran con claridad que la guía neurodidáctica favoreció de manera significativa el trabajo colaborativo y la interacción entre los estudiantes durante las clases. La evidencia obtenida en este estudio se alinea con las tendencias contemporáneas en la enseñanza de la química y otras disciplinas STEM, las cuales demandan una transformación profunda en las metodologías de aula, permitiendo aplicar los conocimientos teóricos en contextos reales, favorecen la interacción social, el compromiso con el aprendizaje y la equidad educativa.

8. ¿En qué medida la guía neurodidáctica le ayudó a relacionar conceptos de Química con situaciones de la vida cotidiana?

Tabla 19

Aplicación de la Química a la vida cotidiana mediante la guía

INDICADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
En gran medida	60	93.75%
En medida moderada	3	4.70%
En poca medida	1	1.55%
En ninguna medida	0	0.00%
TOTAL	64	100%

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 21

Aplicación de la Química a la vida cotidiana mediante la guía



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Un 93.75% de los estudiantes indicó que esta vinculación se logró en gran medida, lo cual sugiere una alta efectividad de las estrategias utilizadas. Solo un 4.70% manifestó que esta relación se logró de forma moderada, mientras que únicamente el 1.55% la percibió en poca medida, sin registrarse respuestas que indicaran una total desconexión entre teoría y práctica.

INTERPRETACIÓN:

Los hallazgos evidencian que la implementación de la guía neurodidáctica potenció de manera evidente la articulación entre los contenidos químicos y su aplicación en contextos cotidianos concretos. Dicho resultado se encuadra en los postulados del neurodidáctica y de

la teoría socioconstructivista, que postulan que la novedad cognitiva se asienta con mayor solidez cuando el alumno la articula con vivencias personales significativas.

Esta integración, además de enriquecer la concentración y el entusiasmo, orienta la participación y favorece la construcción compartida del saber. Trasladar los principios químicos al ámbito práctico genera un descenso de la distancia cognitiva, favoreciendo así la motivación intrínseca y propiciando una experiencia de aprendizaje no sólo eficaz, sino también gratificante y reflexiva. Plataformas tales como NeuroK, que se anclan en dispositivos neuroeducativos, sostienen este procedimiento mediante circuitos de autorregulación que, al empoderar al alumno, consolidan un compromiso más disciplinado y una evolución cognitiva colectiva que se revela, en última instancia, más consciente y eficaz.

9. ¿Cómo valora el uso de actividades prácticas y multisensoriales (juegos, colores, movimiento, experimentos) dentro de la guía aplicada en clase?

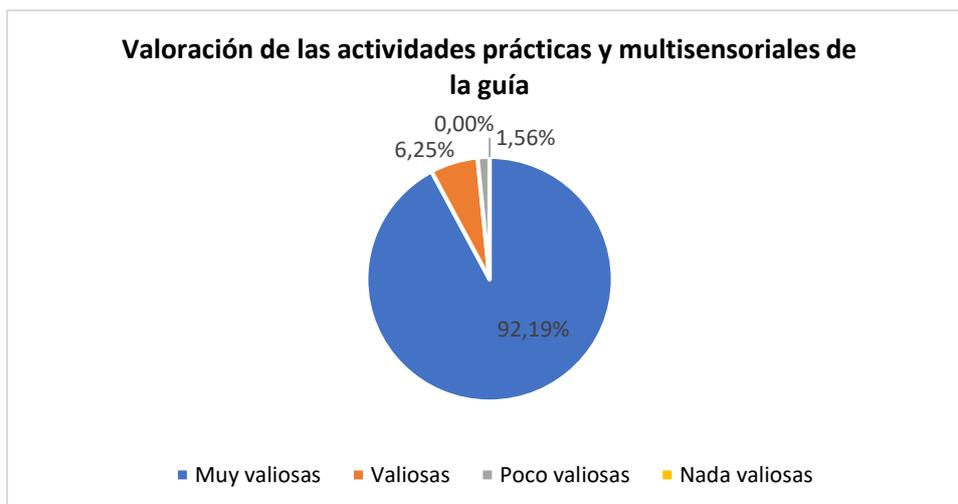
Tabla 20

Valoración de las actividades prácticas y multisensoriales de la guía

INDICADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Muy valiosas	59	92.19%
Valiosas	4	6.25%
Poco valiosas	1	1.56%
Nada valiosas	0	0.00%
TOTAL	64	100%

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 22



Valoración de las actividades prácticas y multisensoriales de la guía

Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

El 92,19% de los estudiantes valoraron positivamente los aspectos evaluados, mientras que un 6,25% los consideró medianamente valiosos. Solo el 1,56% opinó que fueron de mala calidad, y no se registraron respuestas que los calificaran como completamente carentes de valor.

INTERPRETACIÓN:

La información presentada en la Tabla 20 evidencia una actitud sumamente favorable frente a la utilización de metodologías prácticas y multisensoriales en la instrucción. Los encuestados subrayan en especial la eficacia de los estímulos que movilizan la vista, el oído, el tacto y el propio movimiento. Tal enfoque potencia tanto la asimilación como la retención del saber, y muestra un beneficio particular para los estudiantes que presentan dificultades lectoras, dado que frecuentemente enfrentan obstáculos en la memoria visual y en la formulación de representaciones conceptuales. Incorporar procedimientos que reclutan una pluralidad de sentidos no únicamente amplifica la accesibilidad del aprendizaje; además, introduce un carácter dinámico que se traduce en una mayor efectividad. Complementariamente, la utilización de elementos como variaciones cromáticas, dinámicas corporales y experimentaciones prácticas favoreció una participación más activa, lo cual a su vez simplifica la aprehensión de los contenidos y su consolidación en el saber del estudiante.

10. ¿Percibe que esta guía promovió un ambiente de aprendizaje más agradable y libre de estrés en comparación con métodos tradicionales?

Tabla 21

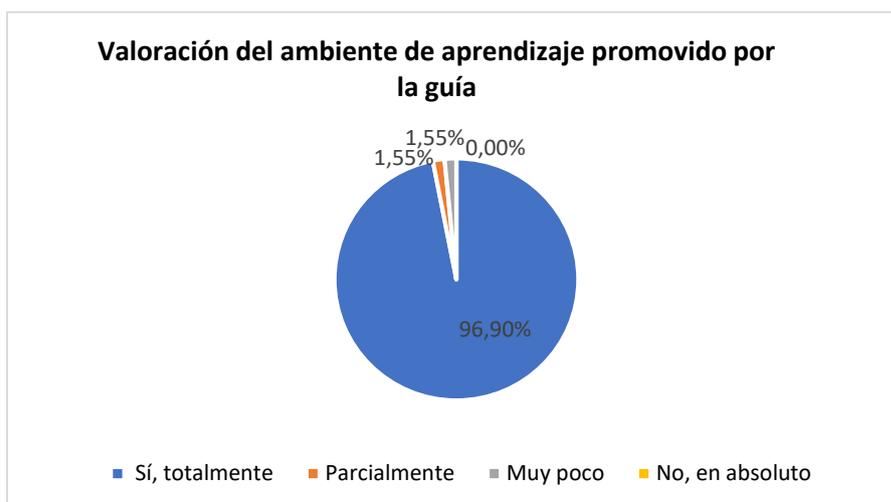
Valoración del ambiente de aprendizaje promovido por la guía

INDICADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sí, totalmente	62	96.90%
Parcialmente	1	1.55%
Muy poco	1	1.55%
No, en absoluto	0	0.00%
TOTAL	64	100%

Nota. Resultados de la aplicación de la encuesta a los estudiantes. Elaborado por Sánchez, N. (2025).

Figura 23

Valoración del ambiente de aprendizaje promovido por la guía



Nota. Adoptado de las encuestas, por Sánchez, N. (2025).

ANÁLISIS:

Un 96,9% de los encuestados dijo estar de acuerdo en todo al 100%, un 3,1%, por otro lado, solventó una percepción parcial o muy reducida del beneficio. No se documentaron registros de que dieran la impresión de ausencia total de impacto.

INTERPRETACIÓN:

Los datos presentados en la Tabla 21 indican que una proporción significativa del alumnado percibió la neurodidáctica como un agente favorecedor de su rendimiento

cognitivo, al mismo tiempo que propició un clima de seguridad y estímulo. Esta percepción coincide con hallazgos recientes que asocian las aplicaciones de metodologías activas particularmente las dinámicas colaborativas y el aprendizaje basado en juegos—con la atenuación del estrés académico y el refuerzo del tejido relacional entre los estudiantes. La evidencia sugiere que, al cuidar el ecosistema emocional del aula, se logra no solo el bienestar afectivo del grupo, sino que se maximizan los logros académicos, facilitando un aprendizaje de la Química que es, por tanto, tanto más eficaz como más rico en experiencias compartidas.

4.3 APLICACIÓN DEL ESTADÍSTICO T-STUDENT

4.3.1 *Planteamiento de la hipótesis de la investigación*

H₀: No hay una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes de Bachillerato en Química antes y después de la intervención basada en neurobiología.

H₁: Hay una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes de Bachillerato en Química antes y después de la intervención basada en neurobiología.

4.3.2 *Prueba t-Student*

Fórmula para la prueba t-Student para muestras relacionadas (pareadas):

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}}$$

Donde:

\bar{d} : Media de las diferencias entre las parejas de valores (Postest - Pretest).

s_d : Desviación estándar de las diferencias.

n : Número de pares de observaciones.

❖ **Lección 1 (Pretest vs. Postest)**

Datos:

Pretest: [8, 5, 5, 5, 5, 8, 7, 5, 9, 4, 7, 9, 3, 9, 9, 9, 4, 5, 4, 10, 8, 6, 8]

Postest: [10, 8, 9, 7, 10, 8, 10, 10, 10, 8, 10, 9, 10, 9, 9, 9, 7, 10, 8, 10, 8, 9, 8]

Cálculos:

1. Diferencias (Postest - Pretest):

[10-8,8-5,9-5,7-5,10-5,8-8,10-7,10-5,10-9,8-4,10-7,9-9,10-3,9-9,9-9,9-7,7-4,10-5,8-4,10-10,8-8,9-6,8-8] = [2,3,4,2,5,0,3,5,1,4,3,0,7,0,0,2,3,5,4,0,0,3,0]

2. Media de las diferencias

$$\bar{d} = \frac{2+3+4+2+5+0+3+5+1+4+3+0+7+0+0+2+3+5+4+0+0+3+0}{23} = \frac{55}{23} = 2.39$$

3. Desviación estándar de las diferencias

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$
$$sd = \sqrt{\frac{(2 - 2.39)^2 + (3 - 2.39)^2 + (4 - 2.39)^2 \dots (9 - 2.39)^2}{23 - 1}} = \sqrt{\frac{16.7}{22}} = 0.87$$

4. t-Student

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} = \frac{2.39}{0.87 / \sqrt{23}} = 5.30$$

Resultado Final:

- Estadístico t = 5.30
- Valor p ≈ 0.00001

Criterios de decisión

Sí p < 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la de investigación.

Sí p ≥ 0,05 se acepta la hipótesis nula y se rechaza la de investigación

Interpretación: Dado que el valor p es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alternativa (H₁).

❖ **Lección 2 (Pretest vs. Postest)**

Datos:

Pretest: [7.94, 5.1, 6, 6, 4.75, 7.25, 7, 8, 9.5, 4.5, 6.5, 9.42, 2.5, 9.3, 9.17, 3.5, 4.75, 3.85, 10, 7.84, 7.83, 7.93, 4.6]

Postest: [10, 6.5, 8, 6, 10, 8, 8.4, 8.07, 9.5, 6.25, 10, 9.42, 10, 9.3, 9.17, 4.5, 10, 7.75, 10, 8, 8, 8, 9.64]

Cálculos:

1. Diferencias (Postest - Pretest):

[10-7.94, 6.5-5.1, 8-6, 6-6, 10-4.75, 8-7.25, 8.4-7, 8.07-8, 9.5-9.5, 6.25-4.5, 10-6.5, 9.42-9.42, 10-2.5, 9.3-9.3, 9.17-9.17, 4.5-3.5, 10-4.75, 7.75-3.85, 10-10, 8-7.84, 8-7.83, 8-7.93, 9.64-4.6] = [2.06, 1.4, 2, 0, 5.25, 0.75, 1.4, 0.07, 0, 1.75, 3.5, 0, 7.5, 0, 0, 1, 3.85, 0, 0, 1.6, 0.17, 0.07, 5.04]

2. Media de las diferencias

$$\bar{d} = \frac{2.06+1.4+2+0+5.25+0.75+1.4+0.07+0+1.75+3.5+0+7.5+0+0+1+3.85+0+0.16+0.17+0.07+5.04}{23} = \frac{31.25}{23} = 1.36$$

3. Desviación estándar de las diferencias

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

$$sd = \sqrt{\frac{(2.06 - 1.36)^2 + (1.4 - 1.36)^2 + \dots + (5.04 - 1.36)^2}{23 - 1}} = \sqrt{\frac{5.7}{22}} = 0.51$$

4. t-Student

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}} = \frac{1.36}{0.51/\sqrt{23}} = 3.90$$

Resultados finales:

- Estadístico t: **3.90**
- Valor p \approx **0.0019**

Criterios de decisión

Sí $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la de investigación. Sí $p \geq 0,05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la de investigación

Interpretación: Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), ya que el valor p es menor que 0.05.

Sí $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la de investigación.

Sí $p \geq 0,05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la de investigación

Interpretación: Dado que el valor p es mucho menor que 0.05, **se rechaza la hipótesis nula (H_0)** y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

❖ Lección 4 (Pretest vs. Postest)

Datos:

Pretest: [7.7, 6.35, 4.5, 5.7, 9.25, 6.25, 8.6, 7.5, 8.4, 4, 8.5, 9.75, 7.5, 9.15, 9.15, 4.5, 7, 6.95, 8.25, 8.5, 8.95, 10, 6]

Postest: [10, 9.75, 7, 8.5, 10, 8.2, 10, 10, 9.75, 6, 9.5, 9.75, 9.75, 10, 9.75, 9, 8.25, 7.25, 10, 9, 9.75, 9, 7.5]

Cálculos:

1. Diferencias (Postest - Pretest):

[10-7.7, 9.75-6.35, 7-4.5, 8.5-5.7, 10-9.25, 8.2-6.25, 10-8.6, 10-7.5, 9.75-8.4, 6-4, 9.5-8.5, 9.75-9.75, 9.75-7.5, 10-9.15, 9.75-9.15, 9-4.5, 7-7, 8.25-6.95, 7.25-8.25, 10-8.5, 9-8.95, 9.75-10, 7.5-6]
= [2.3, 3.4, 2.5, 2.8, 0.75, 1.95, 1.4, 2.5, 1.35, 2, 1, 0, 2.25, 0.85, 0, 0, 0, 1.3, -1, 1.5, 0.5, 0.75, -0.25, 1.5]

2. Media de las diferencias

$$\bar{d} = \frac{2.3+3.4+2.5+2.8+0.75+1.95+1.4+2.5+1.35+2+1+0+2.25+0.85+0+0+0+1.3+-1+1.5+0.5+0.75+-0.25+1.5}{23} = \frac{31.25}{23} = 1.36$$

3. Desviación estándar de las diferencias

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$
$$sd = \sqrt{\frac{(2.3 - 1.36)^2 + (3.4 - 1.36)^2 + \dots + (1.5 - 1.36)^2}{23 - 1}} = \sqrt{\frac{38.74}{22}} = 1.33$$

4. t-Student

$$\frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}}$$

$$t = \frac{1.36}{1.33/\sqrt{23}} = 4.89$$

Resultado final:

- **Estadístico t: 4.89**
- **Valor p: $\approx 3.55e-06$**

Criterios de decisión

Sí $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la de investigación.

Sí $p \geq 0,05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la de investigación

RESULTADO Y CONCLUSIÓN

Los resultados de la investigación fueron propicios y se demostró por medio de la prueba t- Student en la cual la diferencia de las medianas es ($p < 0,05$) con una confianza del 95 %, entre el pre-test y post-test. Por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa de investigación indicando que las intervenciones neurobiológicas tuvieron un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes.

El estímulo experimental mediante la neurobiología en estudiantes de la Unidad Educativa San Francisco de Sales Alausí-Chimborazo periodo 2024-2025, fortaleció la capacidad cognitiva e intelectual de los estudiantes logrando la mejora en sus calificaciones en un antes y después de recibir la guía didáctica enfocados en la motivación, la memoria, los neurotransmisores y los procesos neurobiológicos del aprendizaje.

Del mismo modo, en una investigación similar con una población de 67 estudiantes cuyo tema trató sobre la Neurodidáctica en la enseñanza-aprendizaje de Química de Segundo Año de Bachillerato General Unificado en la Unidad Educativa “Nelson Isauro Torres”, Cantón Cayambe, 2021-2022 , dio a conocer que el impacto fue positivo al obtener una evidente mejora en calificaciones lo cual se comprobó por medio de la prueba no paramétrica de Wilcoxon, con una confianza del 95 %, entre el pre-test y post-test ya que la neurodidáctica contribuye significativamente al fortalecimiento de las capacidades cognitivas de los estudiantes, mediante una estimulación completa de las distintas áreas del cerebro (Lalanguí, 2022).

La integración de hallazgos contemporáneos de la neurociencia en la educación contribuye de manera significativa al enriquecimiento de las capacidades intelectuales de los

estudiantes. Sin embargo, es imperativo que la formación permanente de los educadores se oriente a la comprensión profunda de los mecanismos neuronales que subyacen al aprendizaje, condición que los habilita para conducir la adopción de estrategias neurodidácticas contemporáneas y, por ende, para reconfigurar los modelos pedagógicos que aún se sustentan en concepciones convencionales (Lalanguí, 2022).

CONCLUSIONES

- El estudio demostró que la incorporación de principios neurobiológicos en la enseñanza de Química mejora elocuentemente el aprendizaje de los estudiantes de bachillerato en la Unidad Educativa San Francisco de Sales. Esto irradia en un aumento del interés, la retención de conocimientos y el desempeño académico durante el periodo 2024-2025.
- Se elaboró una guía basada en principios neurobiológicos que integra habilidades prácticas, como el uso de estímulos visuales, actividades dinámicas y métodos de memorización, apoyando a un aprendizaje más demostrativo y participativo por parte de los estudiantes.
- Se evidenció la mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en el aprendizaje de la materia de Química por medio de la prueba t- Student en la cual la diferencia de las medianas es ($p < 0,05$) con una confianza del 95 %, entre el pre-test y post-test. Por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación indicando que las intervenciones neurobiológicas tuvieron un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes.

RECOMENDACIONES

- Implementar de manera sistemática principios neurobiológicos para un mejor aprendizaje de Química para lograr incrementar la retención a largo plazo, por ende, el rendimiento académico en los estudiantes.
- Poner en práctica las guías pedagógicas basadas en neurociencia, para aportar un aprendizaje dinámico mediante apoyos visuales, actividades kinestésicas y técnicas de memorización.
- Realizar controles en cada unidad didáctica para conocer el impacto tanto antes como después de implementar la guía para garantizarla una mejor comprensión de contenidos.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Título de la propuesta

“Impacto de la Neurobiología en el aprendizaje de Química en estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausí-Chimborazo periodo 2024-2025”

Ficha técnica

Nombre de la Unidad Educativa

Unidad Educativa San Francisco de Sales

Localización Geográfica

Provincia: Chimborazo

Cantón: Alausí

Nombre del investigador:

Ing. Néstor Freddy Sánchez Chacaguasay

Nombre del tutor:

Dr. Claudio Eduardo Maldonado Gavilanez MgS.

Tiempo considerado de elaboración:

Año lectivo 2024-2025

BIBLIOGRAFÍA

- Abbood, S. A. (2023). Un programa de capacitación según estrategias de enseñanza interactivas y su impacto en el logro y la resolución creativa de problemas para estudiantes preparatorios de cuarto grado en química. *Revista Internacional de Tecnologías Emergentes en el Aprendizaje (iJET)*, 1(4), 50-56. <https://doi.org/https://doi.org/10.3991/ijet.v18i04.37313>
- Alcívar, D., & Moya, M. (2020). La neurociencia y los procesos que intervienen en el aprendizaje y la generación. *Polo del conocimiento*, 5(8), 510-529. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1607>
- Andrade, j. (2023). Desarrollo neurobiológico de la conciencia fonológica y su relación con la lectoescritura. *Revista Tecnológica Journal*, 5-20. Obtenido de <https://doi.org/10.56124/tj.v6i12.0096>
- Araya, S., & Espinoza, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propósitos y Representaciones*, 8(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- Asamblea Nacional. (2015). Ley orgánica reformatoria a la ley orgánica de educación intercultural. Registro Oficial, Suplemento No. 572. 7-9.
- Aucay, W. (2024). *La Neurodidáctica como estrategia para la Enseñanza-Aprendizaje de Biodiversidad del Ecuador: flora, fauna y especies en peligro de extinción, con los estudiantes de sexto semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología*. Obtenido de Trabajo de Titulación para optar al título de Licenciada en Pedagogía de las.
- Ballesteros, S. (2012). *psicología de la memoria: estructuras, procesos, sistemas*. España: Universitas.
- BANYARD, P. (1995). *Introducción a los procesos cognitivos*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Battro, A. (2011). *Neuroeducación: El cerebro en la escuela*. En: Lipina S, Sigman M. *La pizarra de Babel. Fuentes entre neurociencias y educación*. . Buenos Aires: Ed Libros del Zorzal.p25.
- Benavidez, V, & Flores, R. (2019). La importancia de las emociones para la neurodidáctica. *Wimb lu*, 14(1), 25-53.

- Boscán, A. (2011). *Modelo didáctico basado en las neurociencias para la enseñanza de las ciencias naturales. Venezuela.*
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (2020). How People Learn II: Learners, Contexts, and Cultures. *National Academies Press.*
- Cabanach, G. (1997). Concepciones y enfoques de aprendizaje. *Rev PsicoDidáctica, 4*, 5-39.
- Calzadilla, O. (2018). Bases epistemológicas sobre el surgimiento de la Neurodidáctica en la formación del profesional de la Educación Inicial y Básica. Taller científico del proyecto de I+D+i "La formación neurodidáctica del profesional de la Educación Inicial y Básica". . *Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Holguín.*, 29-31.
- Cañal , P., & García , A. (2016). Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria Colección: Didáctica y Desarrollo. *Paraninfo*, 4-7.
- Carew, T., & Magsamen , S. (2020). Neuroscience and education: an ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide learning. *NPJ Science of Learning, 5*(1), 1-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41539-020-0066-1>
- Cepeda, C., Ganley, C., McGraw, A., & Geer, E. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin.*
- Consejo de Educación Superior. (2021). Normativa del sistema de educación superior 2018-2021. *Vademécum*, 6-10. Obtenido de https://www.ces.gob.ec/wp-content/uploads/2021/04/VADEMECUM_CES_10-06-2021.pdf
- Domínguez, M. (2019). Neuroeducación: elemento para potenciar el aprendizaje en las aulas del siglo XXI. . *Educación y ciencia, 8*(52), 66-76.
- Ferrer, K., Leal, A., Aranque, S., & Ávila, S. (2020). Influencia de la Neuroeducación en el rendimiento académico de estudiantes universitarios del área Química. *Educere*, 45-50.
- Fuchs, E., & Flügge, G. (2014). Adult Neuroplasticity: More Than 40 Years of Research. *Neural*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24883212/>

- Fuenmayor, G. &. (2008). La percepción, la atención y la memoria como procesos cognitivos utilizados para la comprensión textual. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 9(22), 187-202.
- Gage, F. (2004). Structural plasticity of the adult. *Dialogues Clin Neurosci*, 135-141.
- Gallego, I. (2020). La neurociencia en el ámbito educativo. *Revista Internacional de apoyo a la inclusión, logopedia, sociedad y multiculturalidad*, 3(1), 118- 133. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5746/574660901005/html/>
- García, L., Pérez, M., & Ramírez, O. (2020). Creatividad y pensamiento crítico en la enseñanza de la química: un estudio en educación secundaria. *Rev Educ Química*, 31(2), 145-53.
- Ghaleb, N., & Majeed, N. (2023). El papel del enfoque multisensorial en la enseñanza de la escritura a los estudiantes de EFL de la escuela intermedia. . *Revista de Humanidades de la Universidad de Tikrit*, 30(7), 1-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.25130/jtuh.30.7.2.2023.22>
- Glejer. (2017). Neurociencia y educación: hacia una mirada transdisciplinaria del aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 73(2).
- Glejer, C. (2017). *Las bases biológicas del aprendizaje* (3a ed ed.). Buenos Aires: Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras.
- Glejer, C. C. (2017). *Las bases biológicas del aprendizaje*. Universidad de Buenos Aires. Obtenido de <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/4177>.
- Gonçalves, JT, Schafer, ST, & Gage, FH. (2016). Adult Neurogenesis in the Hippocampus: From Stem Cells to. *Cell*, 168, 897–914. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.10.021>
- González, C. (1997). Concepciones y enfoques de aprendizaje. *Rev PsicoDidáctica*, 4, 5-39.
- Gutiérrez, G., Querol, E., & Sánchez, N. (2004). Regresión y reconstrucción: estrategias de formación de sinapsis en el cerebro en desarrollo. *Ciencia*, 47. Obtenido de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55_3/regresionyconstruccion.pdf
- Gummidela, S., Silva , D., & Gutierrez, R. (2021). Evaluación del papel de la guía respiratoria en las intervenciones basadas en juegos para el entrenamiento de

- relajación. *Front. Digit. Health*, 45-65(3), 3. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2021.760268>
- Holloway, L., Miller, T., Bogie, P., Hickey, B., & López, A. (2024). Uso de módulos de aula invertida para facilitar el aprendizaje de orden superior en química orgánica de pregrado. *Revista de Educación Química*, 2(6), 45-50.
- Hongke, Z., & Suaco, T. (2025). Analizar el impacto de los métodos de enseñanza tradicionales y basados en el deporte en la cohesión y la cognición del equipo entre estudiantes universitarios. *Revista Internacional de Estudios de Gestión y Desarrollo Educativo*, 6(1), 55-77. <https://doi.org/10.53378/ijemds.353146>
- Inter-Agency Network for Education in Emergencies. (2010). Normas mínimas para la educación: Preparación, respuesta, recuperación (2a ed.). INEE., 6-9. Obtenido de <https://www.ineesite.org>
- Jiménez, E., López, M., & Herrera, D. (2019). La neurociencia en la formación inicial de docentes. *Revista Conrado*, 16-20. Obtenido de <http://www.conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Knierim, J. (2015). The hippocampus. *Curr Biol*, 25, R1116–R1121. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.10.049>
- Lalangui, B. (2022). *La Neurodidáctica en la enseñanza-aprendizaje de Química de Segundo Año de Bachillerato General Unificado en la Unidad Educativa “Nelson Isauro Torres”, Cantón Cayambe, 2021-2022*. Obtenido de Trabajo de titulación modalidad de Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Licenciado en Pedagogía de la Química y Biología.
- Lee TW, Tsang VW, & Birch NP. (2008). Synaptic plasticity-associated proteases and protease inhibitors in the brain linked to the processing of extracellular matrix and cell adhesion. *Neuron Glia Biol*, 4(3), 223-234.
- López, L. (2012). Neuroplasticidad y sus implicaciones en la rehabilitación. *Rev Univ. salud*, 14(2), 197-204.
- Martínez, M. Q. (2018). Bases neurobiológicas trastorno del espectro autista y del trastorno por déficit de atención/hiperactividad: diferenciación neural y sinaptogénesis. *Rev Neurol*, 66(1), 97-102.

- Mastropieri , M., & Scruggs , T. (2020). *The Neuroeducation Revolution: Neuroscience, Learning, and Education*. New York: Springer.
- Moreira-Ponce, M. J., Zambrano-Orellana, G. A., Morales-Zambrano, F. F., & Rodríguez-Gámez, M. (2021). El cerebro, funcionamiento y la generación de nuevos aprendizajes a través de la neurociencia. *Dom. Cien*, 7(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/dc.v7i1.1625>
- Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria. *CIC. Cuadernos de Información y Comunicación*, 221-233.
- Murillo Cumbal, M. (2022). *Neurodidáctica en la práctica docente de aula del área de Ciencias Naturales en segundo año de Bachillerato General Unificado, Unidad Educativa Municipal "Oswaldo Lombeyda", D.M. de Quito, 2021-2022. Universidad Central del Ecuador*.
- Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe. *Naciones Unidas*, 30-35. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- Newman, I. (2019). Cuando decir "ve a leerlo de nuevo" no funcionará: ideas multisensoriales para una enseñanza y un aprendizaje más inclusivos. *Educación de Enfermería en la Práctica*, 34, 12-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nepr.2018.10.007>
- Nitta A, Hayashi K, Hasegawa T, & Nabeshina T. (1993). Development of plasticity of brain function with repeated trainings and passage of time after basal forebrain lesions in rats. *J neural transmgen Sect*, 93-96.
- Nugent, G., & Barker, B. (2021). *romoting Student Engagement and Assessment Through Active Learning in STEM*. . Springer.
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y educación*. Alianza Editorial. Obtenido de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001904.pdf>
- Osorio, L., Teillet, M., Palmeirim, I., & Catala, M. (2009). Neural crest ontogeny during secondary neurulation: a gene expression pattern study in the chick embryo. *Int J Dev Bio*, 53(8).

- Peralta, W. (2015). *El docente frente a las estrategias de enseñanza aprendizaje*. Obtenido de <https://vinculando.org/educacion/rol-del-docente-frente-lasrecientesestrategias-de-ensenanza-aprendizaje.html>
- Pérez, C., Calle, F., & Vega, M. (2022). Análisis de aprendizaje para predecir el rendimiento de los estudiantes: Un estudio de caso de una plataforma de aprendizaje colaborativo basada en neurodidáctica. *Educación y Tecnologías de la información*, 27, 12913–12938. <https://doi.org/https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-022-11128-y>
- Publishing, O. (2024). PEDAGOGICAL CONTENT OF IMPROVING THE METHODOLOGY OF TEACHING CHEMISTRY BASED ON LIFE EXPERIENCES. *International Journal of Pedagogics*, 4, 75-79. <https://doi.org/https://doi.org/10.37547/ijp/Volume04Issue07-14>
- Rahayu, A., Ilimu, E., & Adewia, M. (2022). Desarrollo de un libro de trabajo electrónico interactivo basado en el aprendizaje en equipo dirigido por pares sobre habilidades de colaboración y pensamiento crítico en el concepto básico de química. *Jurnal Tradis*, 4(7), 6-30.
- Rangel, R. (2006). Teorías del sistema nervioso. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 37(1).
- Reid, J., Kirbulut, Z., Fateh, S., & Fateh, M. (s.f.).
- Rico, M. (2020). La idea del concepto de enseñanza para los docentes de Bibliotecología en cinco países de Latinoamérica: un acercamiento.
- Ríos, J., & López, C. (2020). Neurobiología de los trastornos del aprendizaje y sus implicaciones en el desarrollo infantil: propuesta de una nueva perspectiva conceptual. *Revista Virtual de Ciencias Sociales y Humanas "PSICOESPACIOS"*, 11(19). Obtenido de <https://altascapacidades.es/portalEducacion/html/articulos/PDF/Dialnet-NeurobiologiaDeLosTrastornosDelAprendizajeYSusImpl-6090227.pdf>
- Rotger, M. (2017). Neurociencia. Neuroaprendizaje. Las emociones y el aprendizaje.

- Salcedo, R., Herrera, L., Illanes, L., Poblete, F., & Rodas, V. (2024). Las emociones en el proceso de aprendizaje: Revisión sistemática. *REXE: Revista de estudios y experiencias en educación. scielo*, 5-20.
- Sánchez, M., Corral, R., Llamas-Bastida, , & G González-Gijón. (2023). Determinantes académicos y motivacionales en función del género del alumnado de Formación Profesional. *Revista de Educación*, 11(37). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2023-399-560>
- Sandaram, M., Abdul Talib, C., Kang, H., Wong, W., Anggoro, S., & Erna, M. (2022). Promover la capacidad de resolución de problemas para mejorar el razonamiento creativo a través del aprendizaje basado en juegos digitales adaptativos entre los estudiantes de pregrado en química. *Revista de Investigación Avanzada en Ciencias Aplicadas y Tecnología de Ingeniería*, 1(55), 205-213. <https://doi.org/https://doi.org/10.37934/araset.55.1.205213>
- Siteneski, A., Sánchez, J., & Olescowicz, G. (2020). Neurogénesis y Ejercicios Físicos: Una Actualización. *Rev. Ecuat. Neurol.*, 29(1), 125-130. Obtenido de <https://revecuatneurol.com/wp-content/uploads/2020/05/2631-2581-rneuro-29-01-00125.pdf>
- Sousa, D. (2014). *Neurociencia Educativa: Mente, cerebro y educación*. Narcea Ediciones. Obtenido de <https://bvirtual.uce.edu.ec:2209/a/40856>
- Tokuhama, T. (2010). *Mind, Brain, and Education Science: A Comprehensive Guide to the New Brain-Based Teaching*.
- Tokuhama, T. (2021). Obtenido de *The Principles of Neurodiversity: Neuroscience and Inclusive Classrooms*. New York: W.W. Norton & Company.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2021). *he Principles of Neurodiversity: Neuroscience and Inclusive Classrooms*. Obtenido de New York: W.W. Norton & Company.
- Torres, L., & Gutiérrez, P. (2019). Aprendizaje multimodal y rendimiento académico en ciencias naturales: un estudio en educación secundaria. *Educ y Pedagogía*, 31(1), 45-59.
- Unesco. (2015). Declaración de Incheon. Educación 2030: hacia una educación inclusiva y equitativa de calidad y un aprendizaje a lo largo de la vida para todos. *Incheon*, 7-10.

- UNESCO. (2019). Conferencia Mundial sobre Educación para Todos. *UNESCO*, 14-20. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000097551_spa
- UNESCO. (2021). *Reimagining our Futures Together: A New Social Contract for Education*. *UNESCO*, 5-6. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707_spa
- Velasco, A., & Ycaza, K. (2024). *Neurociencia educativa y su impacto en el rendimiento académico de estudiantes de EGB*. *Universidad Técnica de Babahoyo*.
- Wenzel, T. (2020). Collaborative Group Learning in Remotely Taught Analytical Chemistry Courses. *Journal of Chemical Education*.
- Zhong, H., & Suaco, T. (2025). Analizar el impacto de los métodos de enseñanza tradicionales y basados en el deporte en la cohesión y la cognición del equipo entre estudiantes universitarios. *Revista Internacional de Estudios de Gestión y Desarrollo Educativo*, 3(1), 34-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.53378/ijemds.353146>.

ANEXOS

Anexo 1

Pretest diseñado para los estudiantes de bachillerato

PREF TEST

Impacto de la Neurobiología en el aprendizaje de Química en estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa San Francisco de Sales, Alausi-Chimborazo periodo 2024-2025

1. ¿Con qué frecuencia el docente fomenta el conocimiento de las bases biológicas relacionadas con el aprendizaje en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química?

INDICADORES	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Cerebro humano				
Estructuras subcorticales del cerebro				
Neuronas				
Neurotransmisores				

2. ¿Qué procesos cognitivos del cerebro humano son potenciados por el docente durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química?

INDICADORES	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Atención				
Motivación				
Memoria				

3. ¿Qué estrategias basadas en neurodidáctica emplea el docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química?

INDICADORES	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Organizadores previos				
Mayéutica				
Metáforas				

7. ¿Cómo se promueve el trabajo colaborativo en las clases de Química?

INDICADORES	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Trabajo en grupo durante las clases				
Proyectos colaborativos				
Discusiones en clase				
Interacción con otros compañeros para resolver problemas				

8. ¿Qué tipo de evaluaciones se utilizan para medir el aprendizaje en Química?

INDICADORES	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Exámenes escritos				
Pruebas prácticas de laboratorio				
Evaluaciones orales				
Presentaciones de proyectos				

4. ¿Qué habilidades cognitivas son promovidas por el docente a través del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química?

INDICADORES	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Analíticas				
Críticas				
Creativas				

5. ¿Qué enfoque de aprendizaje utiliza para dominar los contenidos de la asignatura de Química?

INDICADORES	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Visual				
Auditivo				
Verbal				
Kinestético				
Multimodal				

6. ¿Qué tipo de actividades prácticas se realizan en las clases de Química para fomentar la comprensión de los conceptos?

INDICADORES	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Experimentos de laboratorio				
Proyectos de investigación				
Prácticas en grupo				
Resolución de problema				

9. ¿Qué tipo de técnicas se emplean en las clases de Química para ayudar a los estudiantes a retener información a largo plazo?

INDICADORES	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Repeticion espaciada				
Creación de mapas conceptuales				
Técnicas mnemotécnicas				
Asociaciones visuales				

10. ¿Qué actividades realiza el docente para conectar los conocimientos previos de los estudiantes con los nuevos contenidos de Química?

INDICADORES	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Actividades de repaso al inicio de cada clase				
Exposición de ejemplos previos relacionados				
Discusión de experiencias personales				
Recapitulación de temas anteriores antes de introducir nuevos conceptos				

Anexo 2

Aplicación de encuestas a los estudiantes de bachillerato



Anexo 3

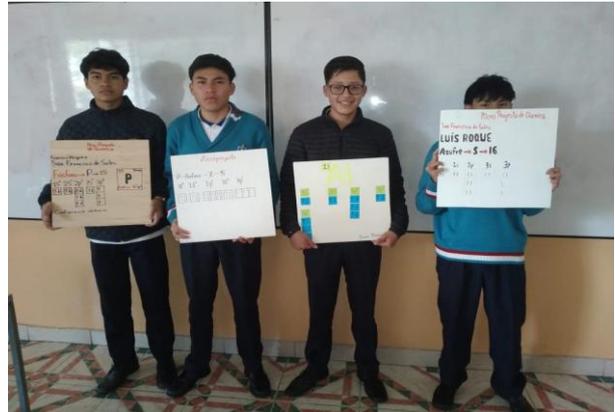
Clases de principios neurobiológicos





Anexo 4

Clases y trabajos con principios neurobiológicos



Anexo 5

Postest diseñado para los estudiantes de bachillerato

POST TEST

1. ¿Qué nivel de mejora percibe en su capacidad de atención durante las clases de Química tras la implementación de estrategias **neurodidácticas**?

- A. Mejora notable
- B. Mejora moderada
- C. Mejora limitada
- D. Sin mejora

2. ¿En qué medida considera que la aplicación de la guía didáctica basada en la **neurodidáctica** incrementó su motivación hacia el aprendizaje de la Química?

- A. Aumentó mucho mi interés y motivación
- B. Aumentó de manera moderada
- C. Aumentó muy poco
- D. No aumentó en absoluto

3. ¿Le gustaría que esta guía **neurodidáctica** se utilice permanentemente en las clases de Química?

- A. Sí, definitivamente
- B. Sí, en algunas unidades
- C. No estoy seguro(a)
- D. No, preferiría otros métodos

4. ¿Cree que la aplicación de esta guía facilitó la comprensión de temas complejos en Química?

- A. Siempre
- B. Casi siempre
- C. Algunas veces
- D. Nunca

5. ¿Qué tanto considera que la guía contribuyó a mejorar sus habilidades cognitivas (atención, memoria, pensamiento crítico) en el estudio de la Química?

- A. Contribuyó significativamente
- B. Contribuyó moderadamente
- C. Contribuyó muy poco
- D. No contribuyó

6. ¿Considera que las dinámicas propuestas en la guía estimularon su creatividad para resolver problemas en Química?

- A. Totalmente de acuerdo
- B. De acuerdo
- C. En desacuerdo
- D. Totalmente en desacuerdo

7. ¿Qué tanto la guía favoreció el trabajo colaborativo y la interacción con sus compañeros durante las actividades de clase?

- A. Mucho
- B. Moderadamente
- C. Poco
- D. Nada

8. ¿En qué medida la guía **neurodidáctica** le ayudó a relacionar conceptos de Química con situaciones de la vida cotidiana?

- A. En gran medida
- B. En medida moderada
- C. En poca medida
- D. En ninguna medida

9. ¿Cómo valora el uso de actividades prácticas y multisensoriales (juegos, colores, movimiento, experimentos) dentro de la guía aplicada en clase?

- A. Muy valiosas
- B. Valiosas
- C. Poco valiosas
- D. Nada valiosas

10. ¿Percibe que esta guía promovió un ambiente de aprendizaje más agradable y libre de estrés en comparación con métodos tradicionales?

- A. Sí, totalmente
- B. Parcialmente
- C. Muy poco
- D. No, en absoluto

Anexo 6

Calificaciones obtenidas en el pretest y postest

Primero de Bachillerato en Ciencias									
Calificaciones									
	Nómina	Lección 1		Lección 2		Lección 3		Lección 4	
		Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest
N	Nómina	Lección: Distribución electrónica 03/10/2024 (Clase normal sin estrategias Neurobiológicas)	Lección de mejora: Distribución electrónica 25/10/2024 (Clases con estrategias Neurobiológicas: Mapas Mentales Interactivos con Refuerzos Visuales, Repetición Activa y Aprendizaje Basado en Proyectos con Estímulo Multisensorial.)	Lección: Compuestos binarios: 10/01/2025 (Clase normal sin estrategias Neurobiológicas)	Lección de mejora: Compuestos binarios: 23/01/2025 (Clases con estrategias Neurobiológicas: Uso de metáforas y analogías, Simulaciones Interactivas y Realidad Aumentada (RA).)	Lección: Compuestos ternarios: 13/02/2025 (Clase normal sin estrategias Neurobiológicas)	Lección de mejora: Compuestos ternarios: 28/02/2025 (Clase con estrategias Neurobiológicas: Aprendizaje activo y cooperativo, y Gamificación y dopamina)	Lección de compuestos cuaternarios: 20/03/2025 (Clase normal sin estrategias Neurobiológicas)	Lección de mejora: Compuestos cuaternarios: 17/04/2025 (Clase con estrategias Neurobiológicas: Segmentación del contenido (Chunking), Asociación con conocimientos previos y Activación emocional del aprendizaje)
1	AGUILAR LÓPEZ DANIELA ARACELI	8	10	7.94	10	9	10	7.7	10
2	BERRONES GUAMAN CAROLINA ESTEFANIA	5	8	5.1	6.5	5.6	9.5	6.35	9.75
3	BERRONES VILLACRES JOHAN PATRICIO	5	9	6	8	9	9.25	4.5	7
4	CAZORLA IBARRA JAIRO FERNANDO	5	7	6	6	6.05	9.5	5.7	8.5
5	CHIMBORAZO PAREDES XIMENA MARILU	5	10	4.75	10	8.5	10	9.25	10
6	ELIZALDE BONETE SONIA DAYANA	8	8	7.25	8	8	8.75	6.25	8.2
7	HUERTA QUSHPI JESBEL JANAI	7	10	7	8.4	8	10	8.6	10
8	MANCHENO ORDOÑEZ JUAN PABLO	5	10	8	8.07	5	10	7.5	10
9	MARQUEZ MANCHENO BRIANA RUBI	9	10	9.5	9.5	10	10	8.4	9.75
10	MERINO MARCATOMA JHORDAN ALEXANDER	4	8	4.5	6.25	6	9.25	4	6
11	MIRANDA MOROCHO JULIO FERNANDO	7	10	6.5	10	9	9.8	8.5	9.5
12	NARANJO ZAMBRANO LEISY DAYANA	9	9	9.42	9.42	8	9.75	9.75	9.75
13	NAWECH SAANT KURI KAREN	3	10	2.5	10	8.5	9.75	7.5	10
14	ORTEGA TITO MARIA PAULA	9	9	9.3	9.3	9.25	10	9.15	9.75
15	RODAS HUILCA CAMILA ZOE	9	9	9.17	9.17	8.7	9.8	9.15	9
16	ROQUE GUASCO LUIS RODRIGO	4	7	3.5	4.5	6	7.25	4.5	7
17	SALGADO AGUILAR AMBAR CAMILA	5	10	4.75	10	4	8	7	8.25
18	TAPAY CRIOLLO MARISOL ASUSENA	4	8	3.85	7.75	7	8.75	6.95	7.25
19	TORRES OROZCO BRIANA SOLANGE	10	10	10	10	10	10	8.25	10
20	UYUNKAR VARGAS ENTSANUWA KATE	8	8	7.84	8	8	10	8.5	9
21	VASQUEZ ROSALES FRANCISCO EMANUEL	6	9	7.83	8	9.5	10	8.95	9.75
22	WAMBASHU SENGUANA NAYLA AYME	8	8	7.93	8	8	9	10	10
23	WARUSH TSAKIMP REBECA	3	10	4.6	9.64	8.6	9.5	6	7.5