



UNIVERSIDAD DE VALENCIA

FACULTAD DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

PROGRAMA DE DOCTORADO EN DIDÁCTICAS ESPECÍFICAS

**LAS NEUROCIENCIAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DE
DOCENTES EN LAS CARRERAS DE EDUCACIÓN
INFANTIL, PRIMARIA Y ESPECIAL EN ECUADOR**

TESIS DOCTORAL DE:

SANDRA PAMELA MEDINA MÁRQUEZ

DIRIGIDA POR:

DR. JORDI SOLBES MATARREDONA

DR. JOSÉ CANTÓ DOMÉNECH

Mayo - 2025

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores Jordi Solbes y José Cantó, quienes sabiamente han guiado este trabajo, recordándome que, a pesar de las dificultades, siempre debemos colocar nuestros sueños en primer lugar. Gracias Paco Tarín, tu paciencia es incalculable, tus palabras calmas y consejos fueron luz en ese camino.

A mi motor de vida, mis hijos Julián y Nicolás, anhelo que este logro se vea proyectado en sus propias vidas para cumplir sus metas, sabiendo que siempre estaré para ustedes. Santi, mi compañero, de tu mano he construido este proyecto, quién como tú para acompañar mis sueños.

A papá y mamá, cuyo trabajo y dedicación han sido mi ejemplo motivándome siempre a hacer lo que amo. A mi hermana Melisa quien con su tenacidad me ha recordado nunca rendirme y a mi amiga Glen, quien es esa voz cercana que siempre dice: “tú puedes con todo... aquí estoy para lo que necesites”.

A mi familia, compañeros y amigos, que con sus aportes han hecho este camino un poco más sencillo. A mi abuelito Boco, cuya voz siempre me acompaña así ya no esté conmigo.

Este proyecto ha sido mi mayor reto y aunque siete años parezcan mucho tiempo para terminar un Doctorado, puedo decir que nunca es tarde y que nada es cuestión de velocidad sino de esfuerzo, constancia y perseverancia, me alegra mucho haberlo conseguido.

La gratitud es una actitud que hace que las cosas buenas sigan sucediendo.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	15
2.1 NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN	15
2.1.1 <i>Introducción a la neurociencia educativa</i>	<i>15</i>
2.1.2 <i>Neurociencia aplicada a la práctica docente</i>	<i>17</i>
2.1.3 <i>¿Qué son los neuromitos?.....</i>	<i>19</i>
2.1.4 <i>Origen y propagación de los neuromitos en educación.....</i>	<i>21</i>
2.1.5 <i>Neuromitos comunes en el aula.....</i>	<i>23</i>
2.1.6 <i>Impacto de los neuromitos en la práctica educativa.....</i>	<i>27</i>
2.1.7 <i>Estrategias educativas basadas en neurociencia para la enseñanza de las ciencias</i>	<i>29</i>
2.1.8 <i>Retos actuales en la enseñanza de las ciencias.....</i>	<i>32</i>
2.2. ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS POR INDAGACIÓN	35
2.2.1 <i>¿Qué es el aprendizaje por indagación?</i>	<i>35</i>
2.2.3 <i>Beneficios del aprendizaje por indagación en la enseñanza de las ciencias.....</i>	<i>41</i>
2.2.4 <i>El rol del docente en el aprendizaje por indagación</i>	<i>42</i>
2.2.5 <i>Conexión entre indagación, creatividad y pensamiento científico</i>	<i>44</i>
CAPÍTULO 3. PRESENTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS Y LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
CAPÍTULO 4. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA COMPROBAR LA PRIMERA HIPÓTESIS	53
4.1. DISEÑO DEL ANÁLISIS DOCUMENTAL DE LOS PLANES DE ESTUDIO	54
4.2 DISEÑO DEL ANÁLISIS DOCUMENTAL DE LAS GUÍAS DOCENTES.....	55
4.3 CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL ANÁLISIS DOCUMENTAL.....	57
4.4 DISEÑO DE LA ENTREVISTA AL PROFESORADO	58
4.5 CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA ENTREVISTA AL PROFESORADO	59
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA HIPÓTESIS.....	62
5.1 ANÁLISIS DE LOS PLANES DE ESTUDIO	62
5.1.1 <i>Plan de estudio de la carrera Educación Infantil.....</i>	<i>63</i>
5.1.2 <i>Plan de estudio de la carrera Educación Primaria</i>	<i>70</i>
5.1.3 <i>Plan de estudio de la carrera Educación Especial.....</i>	<i>76</i>
5.2 ANÁLISIS DE LAS GUÍAS DOCENTES DE LAS ASIGNATURAS QUE ABORDAN CONTENIDOS SOBRE NEUROCIENCIAS.....	84
5.2.1 <i>Análisis de la guía docente de Educación Infantil</i>	<i>84</i>
5.2.2 <i>Análisis de las guías docentes de Educación Primaria</i>	<i>89</i>

5.2.3 Análisis de la guía docente de la carrera Educación Especial.....	97
5.3 ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS AL PROFESORADO QUE IMPARTE LAS ASIGNATURAS RELACIONADAS CON LA NEUROCIENCIA.....	105
CAPÍTULO 6. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA COMPROBAR LA SEGUNDA HIPÓTESIS	123
6.1 DISEÑO DEL CUESTIONARIO DE ESTUDIANTES.....	125
6.2 CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL CUESTIONARIO DE ESTUDIANTES (1ª PARTE)	127
6.3 CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL CUESTIONARIO DE ESTUDIANTES (2ª PARTE)	129
6.4 PRUEBA DE FIABILIDAD. ALFA DE CRONBACH.....	135
CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS	136
7.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS – GRUPO CONTROL	136
7.1.1 Porcentaje de respuestas correctas.....	136
7.1.2 Resultados del cuestionario en las preguntas abiertas	154
CAPÍTULO 8. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA COMPROBAR LA TERCERA HIPÓTESIS	160
8.1 DISEÑO DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA ENSEÑAR NEUROCIENCIAS A FUTUROS MAESTROS	160
8.2 SECUENCIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE NEUROMITOS: APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN.....	163
8.3 EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	195
CAPÍTULO 9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA TERCERA HIPÓTESIS	197
9.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL	197
9.1.1 Comparación de las puntuaciones globales entre pretest y postest. Grupo experimental. Prueba de Wilcoxon.....	198
9.1.2 Distribución de la diferencia de respuestas correctas entre el pretest y el postest	199
9.1.3 Comparación de los resultados obtenidos en cada ítem del cuestionario en el pretest y en el postest. Tablas de Contingencia y contrastes de Homogeneidad Marginal	201
9.1.4 Comparación de los resultados obtenidos en cada ítem del cuestionario pretest y postest. V de Cramer y Tamaño del efecto.	212
9.1.5 Porcentaje de respuestas correctas del grupo experimental pretest y postest	215
9.2 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y EL GRUPO CONTROL	232

9.2.1 Prueba de normalidad para el grupo control. Kolmogorov-Smirnov.....	232
9.2.2 Comparación de las medias de los resultados globales entre los grupos experimental post y control. U de Mann-Whitney.	233
9.2.3 Comparación de los resultados obtenidos ítem a ítem entre el grupo experimental posttest y control. Chi-Cuadrado de Pearson.....	234
CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS	244
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	256
ANEXOS.....	280

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 3.1 Preguntas, Hipótesis, Objetivos e Instrumentos de la investigación.	51
Tabla 4.1 Red Utilizada para el Análisis de los Planes de Estudio	54
Tabla 4.2 Red para el Análisis de las Guías Docentes del Apartado “Generalidades”	55
Tabla 4.3 Red para el Análisis de las Guías Docentes del Apartado “Contenidos”	56
Tabla 4.4 Red para el Análisis de las Guías Docentes del Apartado “Estrategias y Metodologías de Enseñanza”	56
Tabla 4.5 Red para el Análisis de las Guías Docentes del Apartado “Referencias”	57
Tabla 4.6 Red de Preguntas para la Entrevista Semiestructurada	58
Tabla 5.1 Descripción Curricular de la Carrera Educación Infantil	66
Tabla 5.2 Descripción Curricular de la Carrera Educación Básica	73
Tabla 5.3 Organización Curricular de la Carrera Educación Especial.....	79
Tabla 5.4 Contenidos de las Tres Unidades Didácticas de la Asignatura Neurociencia Educativa: Cerebro, Cognición y Aprendizaje	86
Tabla 5.5 Contenidos las Unidades Didácticas de la Asignatura “Neurociencia Educativa y Aprendizaje Humano”	91
Tabla 5.6 Contenidos las Unidades Didácticas de la Asignatura “Aprendizaje humano y mente consciente (emociones, memoria, razonamiento y lenguaje)”	95
Tabla 5.7 Contenidos las Unidades Didácticas de la Asignatura “Neurociencia y aprendizaje humano”	100
Tabla 5.8	110
Tabla 5.9 Recursos Utilizados por el Profesorado UNAE.....	111
Tabla 6.1 Red de Preguntas para la Entrevista Semiestructurada	125
Tabla 6.2 Red de Afirmaciones de Conocimiento General sobre Neurociencias.	126
Tabla 6.3 Resumen de Procesamiento de Casos.....	135
Tabla 6.4 Estadísticas de Fiabilidad.....	135
Tabla 7.1 Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 1	137
Tabla 7.2 Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 2	138
Tabla 7.3 Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 3	140

Tabla 7.4 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 4</i>	142
Tabla 7.5 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 5</i>	144
Tabla 7.6 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 6</i>	145
Tabla 7.7 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 7</i>	147
Tabla 7.8 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 8</i>	149
Tabla 7.9 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 9</i>	151
Tabla 7.10 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 10</i>	152
Tabla. 9.1 <i>Comparación de medias del grupo experimental pre y post</i>	199
Tabla 9.2 <i>Tabla de Contingencia para el Ítem 1</i>	202
Tabla 9.3 <i>Tabla de Contingencia para el Ítem 2</i>	203
Tabla 9.4 <i>Tabla de Contingencia para el Ítem 3</i>	204
Tabla 9.5 <i>Tabla de Contingencia para el Ítem 4</i>	205
Tabla 9.6 <i>Tabla de Contingencia para el Ítem 5</i>	206
Tabla 9.7 <i>Tabla de Contingencia para el Ítem 6</i>	207
Tabla 9.8 <i>Tabla de Contingencia para el Ítem 7</i>	208
Tabla 9.9 <i>Tabla de Contingencia para el Ítem 8</i>	209
Tabla 9.10 <i>Tabla de Contingencia para el Ítem 9</i>	210
Tabla 9.11 <i>Tabla de contingencia para el Ítem 10</i>	211
Tabla 9.12 <i>Interpretación de V de Cramer</i>	213
Tabla 9.13 <i>Prueba V de Cramer y Tamaño del Efecto para el Grupo Experimental</i>	213
Tabla 9.14 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 1</i>	216
Tabla 9.15 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 2</i>	218
Tabla 9.16 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 3</i>	220
Tabla 9.17 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 4</i>	222
Tabla 9.18 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 5</i>	224
Tabla 9.19 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 6</i>	225
Tabla 9.20 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 7</i>	226
Tabla 9.21 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 8</i>	228
Tabla 9.22 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 9</i>	229
Tabla 9.23 <i>Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 10</i>	230
Tabla. 9.24 <i>Comparación de medias de los grupos experimental y control</i>	233
Tabla. 9.25 <i>Comparación de los Grupos Experimental y Control</i>	234
Tabla 9.26 <i>Porcentaje de mejora en cada ítem</i>	240
 Figura 1 <i>Hemisferios cerebrales y sus funciones</i>	 165
Figura 2 <i>Histograma de la Diferencia de Respuestas Correctas entre el Pretest y Postest</i>	200
Figura 3 <i>Porcentaje de Respuestas Correctas en el Pretest y Postest</i>	215
Figura 4 <i>Resultados de Respuestas Correctas entre los Grupos Experimental y Control</i> ...	237
Figura 5 <i>Porcentaje de Respuestas Correctas, Grupo Pre – Post Extal y Grupo Control</i> ..	239

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las disciplinas relacionadas con las ciencias cognitivas, la neurobiología y la educación han logrado un considerable progreso durante las últimas décadas, es por eso que los académicos de estas diferentes disciplinas están comenzando a buscar interacciones entre ellas (Fischer, 2009). El estudio de estas tres disciplinas y su interrelación es lo que se conoce como “Neuroeducación”, la cual pone énfasis en el foco educativo de dicha conexión transdisciplinaria.

El progreso en los estudios de la mente, el cerebro y la educación requiere la colaboración entre investigadores en educación, neurocientíficos y educadores y en que todos trabajen desde su área para contribuir al conocimiento y mejora de la práctica docente. “La evidencia de la investigación puede iluminar la práctica educativa, y las observaciones educativas pueden aportar importantes cuestiones y conocimientos a la investigación” (Battro, Fischer y Léna, 2016), de ahí la importancia de crear una relación dialógica entre los neurocientíficos y los investigadores en educación y, de ambos, con los docentes. Los primeros asumen el reto de realizar investigación educativa desde su laboratorio; los segundos, desde el aula, afinando las estrategias de investigación neuroeducativa y creando mayores interacciones recursivas entre la investigación neurocognitiva básica y la práctica educativa (Bruer, 2016).

La psicología cognitiva ha dado respuesta a algunos problemas educativos intentando comprender las representaciones y los procesos mentales que subyacen bajo la experiencia dentro del campo del aprendizaje (Battro et al., 2016), por lo que debería ser considerada una ciencia básica para la ciencia aplicada del aprendizaje. Los modelos cognitivos pueden contribuir con las

intervenciones educativas identificando las operaciones constitutivas necesarias para obtener resultados positivos en el dominio escolar, y apuntando a esos componentes a fin de contribuir con la enseñanza, Bruer (1994, 2016), lo que coincide con otros autores (Bueno, 2017; Carballo y Portero, 2018), quienes muestran que los resultados de las neurociencias suman o complementan los de la psicología cognitiva y a los de la pedagogía y las didácticas específicas.

Hay que considerar que los resultados de la investigación en neurociencias no se pueden transferir directamente a la educación sin pasar por los procesos psicológicos, de interacción social y de especificidad de los contextos de las situaciones didácticas. Es preciso articular esos resultados con la indagación en ciencias sociales y los saberes de docentes, pedagogos y didácticas específicas, puesto que los procesos cerebrales están mediatizados por los procesos señalados, y tienen que ser, a su vez, examinados desde los enfoques propiamente educativos y contextualizados para poder garantizar su éxito (Hruby, 2012).

Conocer sobre el cerebro permite empoderar la labor docente (Geake, 2003) permitiendo también perfeccionar la práctica docente mediante la aplicación de estrategias educativas basadas en evidencia, lo que repercutirá en un ahorro de tiempo y recursos, muchas veces desperdiciados debido a desconocimiento y criticidad en el uso de estrategias.

La presente investigación se da en el contexto latinoamericano, específicamente en Ecuador, en la Universidad Nacional de Educación – UNAE, que en 2015 nació con el objetivo de transformar la educación del país; fortaleciendo la educación intercultural bilingüe (Español, Kichua y Shuar), y

los procesos de formación continua, brindando una educación superior con visión científica y humanística, que promueva la investigación científica, revalorizando los conocimientos y saberes ancestrales y la innovación tecnológica (Proyecto de creación de la UNAE, 2015).

Factores como el incremento de la cobertura en los diferentes niveles educativos, la participación estudiantil en el sistema público y la disminución del rezago escolar, fueron determinantes para actualizar la demanda de docentes a nivel nacional, estimando que desde el año 2015 al 2025 se necesitarán aproximadamente 159.986 docentes a nivel nacional, justificando así la creación de este proyecto emblemático. Actualmente, la UNAE cuenta con una oferta académica de 7 carreras presenciales, 3 carreras en línea, 12 programas de maestría y 1 programa de doctorado.

En este contexto la UNAE representa un componente clave para la transformación educativa en el Ecuador, a través del conocimiento como un bien común que permita generar procesos transformadores y emancipadores desde la investigación científica y tecnológica de manera responsable con la sociedad y con la naturaleza, a través de la formación de profesionales de la educación con compromiso ético, que transformen el sistema nacional de educación mediante su sentir, pensar y actuar, caracterizados por el rigor científico, la investigación e innovación, la vinculación constante con instituciones socio educativas y la comunidad (UNAE, 2023).

La UNAE cuenta con un Modelo Educativo Pedagógico (2023) que orienta su deber ser y su funcionamiento en cuanto a las funciones sustantivas (docencia, investigación y vinculación). Se fundamenta psicológicamente en el constructivismo (construcción y reconstrucción permanente de significados),

el conectivismo (acceso, intercambio y creación permanente de información) y el enactivismo (conocer y aprender en la acción), a través de los cuales se busca dar acceso al conocimiento por medio de la participación activa, la contextualización de los escenarios de aprendizaje y la posibilidad de aprender en situaciones y de experiencias reales.

Este modelo se fundamenta también en las neurociencias y la posibilidad de mejorar la educación a través del conocimiento del cerebro y su funcionamiento para buscar estrategias que permitan enseñar mejor. Se reconocen dos principios básicos: 1) la plasticidad cerebral que permite aprender a lo largo de toda la vida y reconstruir lo aprendido a partir de la experiencia y los procesos educativos y 2) el papel que juegan las emociones positivas y la motivación para potenciar el aprendizaje.

El interés sobre la temática de estudio parte del principio de que la formación inicial de docentes, independientemente de la especialización que se escoja, debería prepararlos para atender a la diversidad del alumnado, considerando que las neurociencias deben ser abordadas como un eje transversal para trabajar la pedagogía y la didáctica, a través del uso de estrategias respaldadas por evidencia científica.

La investigación se realiza con estudiantes y docentes de las carreras Educación Inicial (en adelante Educación Infantil - EI), Educación Básica (en adelante Educación Primaria - EP) y Educación Especial - EE, en cuyos planes de estudio figuran asignaturas relacionadas con la neurociencia educativa y el aprendizaje humano, reconociendo la necesidad de incluir estos conocimientos en la formación inicial de docentes. La investigación tiene el objetivo de

conocer cómo se enseñan las neurociencias en Ecuador y sus implicaciones en la educación.

Esta investigación busca respaldar la importancia que tiene el estudio de la neurociencia en la formación inicial de docentes, puesto que la falta de estudio y criticidad, en ocasiones, lleva a creer en neuromitos, los cuales son fácilmente replicados dentro del aula a través de estrategias de enseñanza que no cuentan con evidencia científica que los respalde, impactando negativamente en la educación (Goswani, 2004, 2006; Pasquinelli, 2012), dando origen a las siguientes preguntas de investigación (PI):

PI1: ¿Qué se enseña sobre neurociencias en la formación de los futuros docentes de EI, EP y EE en Ecuador?

PI2: ¿Qué conocimientos tienen sobre los neuromitos los estudiantes de las carreras de EI, EP y EE en Ecuador?

PI3: ¿Es posible mejorar las concepciones sobre la neurociencia y sus aportaciones a la educación de alguno de estos grupos?

Con la PI1 se pretende conocer qué contenidos se imparten en las asignaturas relacionadas con la neurociencia educativa, considerando que solamente tres carreras (de las 7 que se ofertan en modalidad presencial) contemplan en sus programas estas asignaturas. La PI2 busca conocer qué conocimientos tienen los estudiantes sobre los neuromitos en educación, considerando que las asignaturas se imparten entre primero y segundo año de carrera. Y, finalmente, la PI3 busca comprobar si una intervención mediante el aprendizaje por indagación puede mejorar dichos conocimientos y percepciones.

La estructura del presente trabajo seguirá la siguiente estructura: primeramente, se presentarán las tres hipótesis y los ocho objetivos de investigación que se plantea en esta tesis (Capítulo 2); posteriormente se mostrará la fundamentación teórica que orientará esta investigación (Capítulo 3). A continuación, se mostrarán tanto los diseños metodológicos como los resultados experimentales relativos a la primera hipótesis (Capítulo 4 y 5), segunda hipótesis (Capítulo 6 y 7) y tercera hipótesis (Capítulo 8 y 9). Seguidamente se muestran las conclusiones, limitaciones y perspectivas de futuro a las que se ha llegado (Capítulo 10) y, finalmente, se concluye con las referencias bibliográficas consultadas y los anexos.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN

2.1.1 Introducción a la neurociencia educativa

La neurociencia educativa constituye un campo transdisciplinar emergente que busca integrar conocimientos provenientes de las neurociencias, la psicología cognitiva y las ciencias de la educación para comprender y optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Cobos, 2022). Este enfoque no pretende reemplazar las prácticas pedagógicas consolidadas, sino enriquecerlas con fundamentos empíricos derivados del estudio del cerebro. Como indican Quintuña y Herrera (2024), se trata de fortalecer la toma de decisiones docentes a partir de una comprensión más profunda de cómo aprende el cerebro humano.

El interés por esta convergencia ha crecido sostenidamente en las últimas dos décadas, impulsado por el reconocimiento de que el aprendizaje es, en última instancia, un proceso biológico anclado en la estructura y funcionamiento del cerebro (Beroiza-Valenzuela, 2023). Sin embargo, la neuroeducación no se limita a la mera descripción de mecanismos neuronales. Como señalan Hoferichter y Raufelder (2024), su finalidad es contribuir al diseño de entornos de aprendizaje eficaces, motivadores y equitativos, que respondan a la diversidad cognitiva, emocional y social del alumnado. En esta línea, Georgieva (2022) destaca que su valor reside en ofrecer principios orientadores que favorezcan una enseñanza personalizada y contextualizada.

Desde el ámbito de la psicología, autores como Caballero et al. (2021) subrayan que el aprendizaje escolar no puede entenderse sin considerar los factores emocionales, motivacionales y sociales que intervienen en la

construcción del conocimiento. La neuroeducación, en este sentido, ofrece una plataforma integradora que reconoce la importancia del vínculo afectivo, la autorregulación emocional y la motivación intrínseca en el desarrollo cognitivo. Asimismo, desde la pedagogía, Bueno (2022) enfatiza que enseñar con base en el funcionamiento cerebral no significa imponer una pedagogía neurobiológica, sino diseñar experiencias de aprendizaje que estén en sintonía con los ritmos, necesidades y características de desarrollo del cerebro en las distintas etapas de la vida escolar. Bueno sostiene que una educación basada en la evidencia neurocientífica debe, necesariamente, dialogar con los principios fundamentales de la pedagogía, como la significatividad, la inclusión, la autonomía y el respeto a la diversidad.

Uno de los aportes más relevantes de la neuroeducación, según Martínez-Castrejón (2025), es su capacidad para tender puentes entre el conocimiento científico y la práctica educativa, permitiendo la traducción de hallazgos experimentales en principios pedagógicos aplicables en el aula. A partir de esta base, se pueden analizar prácticas escolares, cuestionar creencias infundadas —como los neuromitos— y promover metodologías de enseñanza más acordes con el desarrollo cerebral, sin descuidar la dimensión afectiva ni la mediación cultural del aprendizaje.

No obstante, se advierte sobre los riesgos de una interpretación reduccionista que pretenda explicar el aprendizaje exclusivamente desde los correlatos neuronales. Como plantea Mendoza Jacomino (2024), esta visión fragmentaria puede llevar a simplificaciones peligrosas si no se reconoce la complejidad inherente de los procesos educativos. Por ello, Pérez (2021) insiste en que es

imprescindible una perspectiva holística que contemple no solo lo biológico, sino también lo social, lo cultural y lo emocional.

La neuroeducación no sustituye a la pedagogía ni a la psicología educativa, sino que las complementa y potencia, ofreciendo un lenguaje común para el diálogo entre neurocientíficos, psicólogos y docentes. Para lograr una integración efectiva, se requiere de una formación docente rigurosa, capaz de distinguir entre información científicamente validada y creencias erróneas ampliamente difundidas. Como advierten Macdonald et al. (2017), las instituciones formadoras de docentes desempeñan un papel central en la construcción de una cultura pedagógica basada en la evidencia, que aproveche los avances científicos sin caer en reduccionismos ni determinismos biológicos.

Finalmente, la consolidación de este enfoque requiere de una formación docente rigurosa, que permita distinguir entre información científicamente válida y falsas creencias ampliamente difundidas, como los neuromitos, ya que el papel de las instituciones formadoras de docentes resulta crucial para el desarrollo de una cultura pedagógica basada en la evidencia, capaz de incorporar los avances científicos sin caer en la simplificación ni en el determinismo biológico (Macdonald et al., 2017).

2.1.2 Neurociencia aplicada a la práctica docente

La aplicación de la neurociencia en el ámbito educativo representa una oportunidad para transformar la práctica docente a partir de un conocimiento más profundo del cerebro y sus implicaciones en el aprendizaje (Carballo, 2024). A diferencia de enfoques tradicionales que se centran únicamente en los

contenidos o en la organización del currículo, la neurociencia educativa introduce una dimensión biológica y cognitiva que permite comprender cómo los estudiantes procesan, almacenan y recuperan la información, así como cómo influyen las emociones, la atención, el estrés o el sueño en dichos procesos (Dávalos Hernández, 2024).

En este sentido, la práctica docente puede beneficiarse de diversos principios neuroeducativos que han sido validados empíricamente. Uno de ellos es la plasticidad cerebral, entendida como la capacidad del cerebro para reorganizarse y generar nuevas conexiones neuronales a lo largo de la vida, especialmente en respuesta a experiencias de aprendizaje significativo (López et al., 2024). Este principio refuerza la importancia de ofrecer entornos ricos en estímulos, con experiencias retadoras y emocionalmente relevantes que promuevan la consolidación de nuevos aprendizajes.

Asimismo, se ha demostrado que factores como la atención sostenida, la autorregulación emocional, el movimiento corporal y la interacción social influyen significativamente en los procesos de adquisición de conocimientos (Zambrano Vélez et al., 2025). De esta forma, la práctica docente no puede desligarse de estos hallazgos, pues implican una reconsideración de los tiempos de exposición, de las metodologías centradas en el estudiante y del uso de técnicas como la retroalimentación o la evaluación formativa para favorecer el aprendizaje profundo.

Uno de los aportes más relevantes de la neurociencia aplicada al aula es el reconocimiento del papel de las emociones en el aprendizaje (Barba y Barba, 2024). Por otro lado, Goldin (2022) manifiesta que las emociones positivas, como la curiosidad, la sorpresa o la satisfacción, facilitan la codificación de la

información y su posterior recuperación, mientras que emociones negativas sostenidas, como el miedo o la ansiedad, inhiben la actividad del hipocampo y de la corteza prefrontal, áreas clave para el aprendizaje y la toma de decisiones. Por ello, diseñar experiencias pedagógicas que conecten con la dimensión emocional del estudiante no solo es deseable, sino necesario.

No obstante, la implementación efectiva de estos conocimientos en la práctica docente requiere una formación específica que permita al profesorado interpretar críticamente los hallazgos de las neurociencias y traducirlos a estrategias didácticas concretas. Diversos estudios han señalado que la falta de formación neuroeducativa en el profesorado puede dar lugar a interpretaciones erróneas o a la adopción de supuestas técnicas “neuro” sin evidencia científica, como ocurre con la difusión de neuromitos (Martínez Forero et al., 2022).

2.1.3. ¿Qué son los neuromitos?

Los neuromitos son creencias erróneas o malinterpretaciones ampliamente difundidas sobre el funcionamiento del cerebro, que carecen de sustento empírico, pero gozan de gran aceptación en el ámbito educativo (Gini et al., 2021). De acuerdo con Bei et al. (2024) se originan, en muchos casos, a partir de la extrapolación inadecuada de hallazgos científicos o de una comprensión distorsionada de conceptos neurobiológicos complejos. De esta forma, estas creencias persisten debido a su aparente plausibilidad y a su reiterada difusión en medios de comunicación, formación docente y recursos educativos no especializados.

Desde el enfoque de la neuroeducación, los neuromitos son definidos como ideas falsas o tergiversadas sobre el cerebro y sus procesos, que han sido

invalidadas por la ciencia pero que siguen presentes en la opinión pública, influyendo incluso en la planificación y ejecución de prácticas pedagógicas (Hughes et al., 2020). De tal forma que la dificultad para erradicarlos se debe, en parte, al analfabetismo científico y a la brecha terminológica entre los investigadores en neurociencia y los docentes en ejercicio.

La alta prevalencia de neuromitos en el ámbito educativo ha sido ampliamente documentada (Molleapaza Poma et al., 2024). De acuerdo con Cunha de Menezes (2025) entre los más comunes se encuentran creencias como: la existencia de estilos de aprendizaje dominantes (visual, auditivo, kinestésico...); la utilización exclusiva del 10% del cerebro; la especialización rígida por hemisferios cerebrales; la creencia de que existen periodos críticos irreversibles para el aprendizaje; o que sólo se aprende aquello que genera una emoción intensa.

Estas ideas no solo son incorrectas, sino que pueden condicionar negativamente la toma de decisiones didácticas, fomentando la adopción de métodos carentes de fundamento o el rechazo injustificado de enfoques eficaces. La aceptación acrítica de neuromitos limita la capacidad del docente para diseñar experiencias de aprendizaje efectivas y equitativas, y puede contribuir a la consolidación de prácticas pseudocientíficas en las instituciones educativas (Casillas-Martín y Cabezas-González, 2024).

Morales-Morales (2024) ha evidenciado que estas creencias se mantienen incluso entre profesionales con formación pedagógica avanzada, lo que indica una falta de formación crítica en neurociencia dentro de los programas de formación docente. Esta situación puede verse agravada por la circulación de materiales de divulgación poco rigurosos, por el marketing de metodologías

basadas supuestamente en las neurociencias y por la ausencia de instancias de reflexión y actualización científica continua.

Frente a esta realidad, resulta imprescindible fomentar una cultura educativa basada en la evidencia, que permita al profesorado reconocer los límites del conocimiento neurocientífico y aplicar criterios de validación empírica antes de incorporar estrategias a la práctica educativa. Por ello, la alfabetización científica, el pensamiento crítico y el diálogo entre disciplinas son elementos clave para superar la influencia de los neuromitos y avanzar hacia una educación verdaderamente fundamentada en el conocimiento del cerebro.

2.1.4 Origen y propagación de los neuromitos en educación

El origen de los neuromitos en el ámbito educativo puede rastrearse a una combinación de factores científicos, comunicativos y formativos que interactúan y contribuyen a su consolidación (Vallejos Aranda y Vallejos Aranda, 2024). En términos generales, los neuromitos emergen cuando conocimientos científicos sobre el cerebro son malinterpretados, simplificados en exceso o sacados de contexto, generando afirmaciones que parecen plausibles pero que no resisten un análisis riguroso (Tsang et al., 2024).

Una de las causas fundamentales de la propagación de ideas erróneas y pseudociencia en el ámbito educativo es el analfabetismo científico entre parte del profesorado, quien presenta una limitada capacidad para analizar críticamente información de base científica, especialmente por la escasa formación en neurociencia recibida durante su formación inicial y continua. Esta deficiencia dificulta distinguir entre evidencia válida y pseudociencia, lo que deja espacio para la adopción acrítica de conocimientos erróneos

promovidos en contextos no especializados o en la divulgación popular (Meneses Granados, 2019).

En línea con esta problemática, el estudio de Balastegui, Palomar y Solbes (2020) evidencia que, aunque los estudiantes de bachillerato de ciencias y tecnología presentan un mayor dominio conceptual, no existen diferencias significativas en actitudes hacia la ciencia ni en la comprensión de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad cuando se les compara con estudiantes de humanidades y ciencias sociales. Este dato sugiere que la formación científica limitada y la influencia de discursos no críticos podrían estar afectando en igual medida a ambos grupos, e incluso algunos alumnos de humanidades pueden mostrar mejores resultados en ciertos aspectos relacionados con la actividad científica debido a su crítica o interés en otros ámbitos. De esta forma, la insuficiente alfabetización científica tanto en docentes como en estudiantes, particularmente en áreas que requieren pensamiento crítico sobre evidencia científica, contribuye a una comprensión fragmentada y parcial de la ciencia que trasciende las modalidades académicas tradicionales (Balastegui et al., 2020, Escalona et al., 2013).

Otro factor que contribuye a la diseminación de neuromitos es la distancia conceptual y terminológica entre investigadores y docentes (Dekker y Kim, 2022). El lenguaje técnico que caracteriza a la literatura neurocientífica, sumado a la falta de traducción educativa accesible, favorece la aparición de malentendidos. De tal forma que esta brecha comunicacional genera un terreno fértil para que ideas tergiversadas sean interpretadas como “novedosas” o “revolucionarias”, cuando en realidad carecen de validez científica (Vargas Vargas, 2018).

También interviene el sesgo de confirmación, mecanismo cognitivo por el cual las personas tienden a aceptar información que refuerza sus creencias previas y a rechazar aquella que las contradice. De este modo, los neuromitos encuentran un terreno propicio para consolidarse en prácticas docentes que ya se venían aplicando, reforzando la sensación de eficacia incluso cuando no hay evidencia de su impacto positivo en el aprendizaje.

2.1.5 Neuromitos comunes en el aula

Como se ha argumentado, los neuromitos son ideas erróneas o simplificaciones excesivas sobre el funcionamiento del cerebro, que suelen difundirse en contextos educativos sin el respaldo adecuado de la investigación científica. Estas creencias distorsionadas pueden afectar negativamente la planificación educativa, la toma de decisiones didácticas y la percepción que los docentes tienen sobre sus estudiantes.

A continuación, se desarrollan los diez neuromitos abordados en esta investigación, con explicaciones fundamentadas y referenciadas.

Neuromito 1: La dominancia hemisférica determina el estilo de aprendizaje

Este mito postula que el hemisferio izquierdo se asocia al pensamiento lógico y verbal, mientras que el derecho al pensamiento creativo y visual, y que esta supuesta dominancia puede condicionar la manera en que aprendemos. La neurociencia actual ha desmentido esta visión dicotómica. Ambos hemisferios trabajan de forma complementaria e interconectada a través del cuerpo calloso. Las funciones cognitivas complejas como el razonamiento, el lenguaje o la

resolución de problemas implican la activación simultánea de múltiples regiones cerebrales (Dekker et al., 2020; Ferrero, 2020).

Neuromito 2: Existen periodos críticos en la infancia tras los cuales ya no se puede aprender

Aunque se reconocen periodos sensibles para adquirir habilidades como el lenguaje, la capacidad de aprendizaje se mantiene a lo largo de la vida gracias a la neuroplasticidad. La plasticidad sináptica permite que el cerebro reorganice sus conexiones ante nuevas experiencias o tras una lesión (Bueno, 2017; Portellano, 2018). Asumir que hay un “punto de no retorno” contradice la evidencia sobre el aprendizaje continuo en la adultez y en contextos de rehabilitación neurológica.

Neuromito 3: Los estudiantes aprenden mejor si se enseña de acuerdo con su estilo de aprendizaje (visual, auditivo o kinestésico)

Pese a su popularidad, esta afirmación carece de evidencia empírica. Las investigaciones han demostrado que no existen mejoras consistentes en el rendimiento académico al adaptar la enseñanza al estilo sensorial preferido (Macdonald et al., 2023; Krätzig y Arbuthnott, 2006) sino que la neurociencia educativa sugiere que el aprendizaje se optimiza a través de experiencias multisensoriales e integradoras (Guillén, 2015; Pallarés-Domínguez, 2016).

Neuromito 4: Un ambiente con mucha estimulación mejora el desarrollo cerebral

Aunque los entornos ricos en experiencias favorecen el desarrollo, la sobreestimulación puede saturar los sistemas atencionales y generar efectos adversos en la consolidación del aprendizaje. Lo importante no es la cantidad

de estímulos, sino su relevancia, su secuencia y su significación contextual (Howard-Jones, 2014; Dekker et al., 2020).

Neuromito 5: Los ejercicios de coordinación integran los hemisferios y mejoran el rendimiento cognitivo

Programas como el “Brain Gym” han sido criticados por carecer de rigor científico. La evidencia actual no respalda que estos ejercicios generen mejoras significativas en la cognición o el aprendizaje, aunque la actividad física general sí contribuye a la salud cerebral (Ferrero, 2020; Academia Americana de Pediatría, 1999). Es fundamental diferenciar entre beneficios generales del ejercicio y afirmaciones infundadas sobre su impacto en la lateralización cerebral.

Neuromito 6: La inteligencia es hereditaria e inmodificable

Aunque los factores genéticos inciden en la inteligencia, esta también está determinada por el entorno, la educación, la estimulación cognitiva y las experiencias afectivas. Las investigaciones actuales coinciden en que la inteligencia es maleable y sensible a la intervención educativa (Carew y Magsamen, 2020; Fernández, 2017), desmintiendo enfoques deterministas que desmotivan el desarrollo del potencial humano.

Neuromito 7: El cerebro de los niños es más grande que el de las niñas, lo que implica diferencias cognitivas

Aunque existen diferencias morfológicas en el cerebro según el sexo, estas no se traducen en diferencias significativas de capacidad cognitiva. El coeficiente de encefalización demuestra que el tamaño cerebral, ajustado por el cuerpo, es comparable en hombres y mujeres. Las capacidades intelectuales responden

más a factores socioeducativos que biológicos (Macdonald et al., 2023; Portellano, 2018).

Neuromito 8: Si una zona cerebral se daña, otra puede asumir su función sin dificultad

La plasticidad cerebral permite cierto grado de reorganización funcional, pero esta no es automática ni ilimitada. La posible funcionalidad de una parte cerebral dañada depende de muchos factores como la edad, la extensión del daño, el área afectada y la calidad de la rehabilitación (Doidge, 2015; García-Molina et al., 2018). En muchos casos, la recuperación parcial requiere de estrategias específicas y de un apoyo profesional constante.

Neuromito 9: El aprendizaje ocurre gracias a la generación de nuevas células cerebrales

Aunque está demostrado que existe neurogénesis en áreas cerebrales específicas como el hipocampo, el aprendizaje se produce sobre todo mediante la creación y fortalecimiento de conexiones sinápticas existentes, siendo procesos claves en la consolidación del aprendizaje la sinaptogénesis, mielinización y poda sináptica (Portellano, 2018; Bueno, 2017).

Neuromito 10: Solo aprendemos lo que nos emociona

Las emociones, sin duda, influyen en la atención, la motivación y la memoria, pero no son una condición exclusiva para que ocurra el aprendizaje. La práctica deliberada, la repetición y el compromiso cognitivo permiten aprender también en ausencia de emociones intensas. Además, las emociones negativas o neutras también pueden generar aprendizajes relevantes (Bisquerra Alzina y Pérez Escoda, 2007; Macdonald et al., 2023).

2.1.6 Impacto de los neuromitos en la práctica educativa

La persistencia de neuromitos en el pensamiento docente no constituye un problema meramente teórico o conceptual, sino que tiene implicaciones directas en la calidad de los procesos educativos. Cuando se adoptan creencias erróneas sobre el cerebro como fundamento para la planificación educativa, se corre el riesgo de implementar prácticas didácticas ineficaces, sesgadas o incluso perjudiciales para el desarrollo integral del estudiantado (Dekker et al., 2020).

Uno de los efectos más nocivos de los neuromitos es la simplificación excesiva del aprendizaje, que lleva a construir intervenciones basadas en lógicas binarias o dicotómicas. Por ejemplo, la creencia en estilos de aprendizaje fijos puede limitar la riqueza de las experiencias didácticas al encasillar a los estudiantes en categorías que no reconocen la plasticidad cognitiva ni la naturaleza multimodal del conocimiento (Sala y Gobet, 2020). Del mismo modo, asumir que sólo se puede aprender lo que emociona puede llevar a descartar prácticas valiosas como la ejercitación, la práctica deliberada o el pensamiento crítico racional, que no siempre implican una fuerte activación emocional (Macdonald et al., 2023).

Además, los neuromitos pueden reforzar sesgos cognitivos y pedagógicos. Por ejemplo, atribuir el rendimiento escolar a factores hereditarios o biológicos inmodificables puede derivar en actitudes fatalistas por parte de los docentes, reduciendo sus expectativas hacia ciertos estudiantes y comprometiendo la equidad educativa (Carew y Magsamen, 2020). En el mismo sentido, la creencia en periodos críticos como barreras absolutas puede traducirse en

prácticas excluyentes hacia estudiantes que presentan trayectorias de aprendizaje atípicas o tardías.

También se observa un impacto en la selección de metodologías y materiales didácticos. Muchas estrategias que se presentan como "neuroeducativas" o "neurobasadas" carecen de validación científica, pero son adoptadas en contextos escolares por su lenguaje técnico, atractivo visual o promesas de mejora rápida del aprendizaje (Howard-Jones, 2014). Esta situación ha sido calificada por diversos autores como una forma de pseudociencia, que vulnera los principios de una educación basada en la evidencia (Ferrero, 2020).

Otro aspecto crítico es el desvío de recursos formativos y financieros. Instituciones educativas invierten tiempo, dinero y capital humano en implementar programas basados en neuromitos, en lugar de priorizar estrategias con eficacia demostrada, como la retroalimentación formativa, la metacognición o el aprendizaje por indagación (Tokuhama-Espinosa, 2020). Esta mala asignación de recursos reduce la eficiencia del sistema educativo y debilita la confianza en las innovaciones realmente fundamentadas.

Finalmente, el impacto de los neuromitos también puede observarse en la formación inicial docente, donde su presencia no sólo afecta la comprensión del funcionamiento cerebral, sino también la capacidad del futuro profesional para integrar evidencia científica en su práctica. Si los programas formativos no incluyen espacios críticos para revisar y desmitificar estas ideas, se perpetúa una brecha entre la ciencia del aprendizaje y la acción pedagógica (Macdonald et al., 2023; Ferreira y Gómez, 2019).

2.1.7 Estrategias educativas basadas en neurociencia para la enseñanza de las ciencias

En el contexto de la enseñanza de las ciencias, una estrategia ampliamente validada consiste en activar los conocimientos previos del alumnado mediante preguntas generadoras, mapas conceptuales o modelos explicativos iniciales. Estas estrategias ya fueron señaladas desde los años ochenta en el campo de la didáctica de las ciencias, destacando que el aprendizaje en este ámbito no se limita a la memorización de contenidos, sino que implica transformaciones en las estructuras cognitivas, en los modos de razonamiento y en la argumentación científica del estudiante (Furió, Solbes y Carrascosa, 2006). Por ello, se ha visto la necesidad de comprender las ideas previas del alumnado y de diseñar propuestas que faciliten procesos de cambio conceptual profundo y duradero, tal como plantean Duit y Treagust (2003) desde el marco del cambio conceptual.

Desde el campo de la neurociencia, estas concepciones encuentran respaldo empírico. Investigaciones como las de Bransford, Brown y Cocking (2000) y Posner, Divecha y Keeley (2014) han mostrado que el cerebro aprende de forma más eficiente cuando integra la nueva información en los esquemas cognitivos existentes, en lugar de sustituirlos de manera directa. Este proceso requiere que las estrategias educativas partan de las concepciones previas del estudiante y promuevan su reorganización a través de actividades que involucren reflexión, razonamiento y argumentación, tal como se plantea también en los enfoques constructivistas y en las propuestas neuroeducativas actuales.

Este enfoque también revaloriza el papel que se le otorga al error. En lugar de considerarlo un fallo, el error se entiende como una expresión de la estructura

cognitiva previa del estudiante, que interactúa con la nueva información. Desde la neurociencia se ha demostrado que el cerebro aprende al formar nuevas conexiones y redes neuronales, especialmente cuando se enfrenta a información significativa que requiere reestructuración cognitiva (Fuster, 2003), por lo tanto, el error no debe interpretarse como fracaso, sino como una oportunidad para la reorganización sináptica y el fortalecimiento de las redes neuronales implicadas (Carmona, 2022). Por ello, se recomienda diseñar actividades que activen funciones como la atención sostenida, la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo, lo cual también ha sido ampliamente descrito en la psicología educativa (Ormrod, 2014). Burgos et al. (2022) plantean que estrategias como la retroalimentación inmediata, el análisis del error y la comparación entre hipótesis contribuyen al desarrollo del pensamiento científico.

Entre las estrategias que resultan más eficaces desde esta perspectiva se encuentran aquellas que implican discusión, resolución de problemas, argumentación científica y aprendizaje colaborativo, dichas estrategias solo favorecen la integración del nuevo conocimiento en los esquemas preexistentes, sino también potencian la profundidad del aprendizaje al estimular áreas cerebrales vinculadas con la toma de decisiones, la regulación emocional y la construcción social del conocimiento (Driver, 2000). Además, se ha evidenciado que el cambio conceptual no depende únicamente de la repetición o exposición prolongada, sino de la interacción activa con los conceptos y situaciones problemáticas, lo cual refuerza la necesidad de metodologías centradas en el estudiante (Duit y Treagust, 2003).

Otra estrategia relevante es el uso de experiencias multisensoriales que involucren simultáneamente estímulos visuales, auditivos, kinestésicos y simbólicos (Tumbaco Clemente et al., 2025). Estas propuestas responden al modo en que el cerebro procesa la información a través de múltiples canales, lo cual potencia la integración y retención del aprendizaje, es decir, son experimentos, simulaciones, representaciones gráficas, uso de modelos físicos y herramientas digitales interactivas son recursos especialmente útiles en esta línea.

Asimismo, la gestión del tiempo atencional se vuelve central. Mark (2023) indica que la capacidad de atención sostenida tiene un límite, y que la distracción o el exceso de carga cognitiva disminuyen el rendimiento. Por ello, se recomienda estructurar las clases científicas en bloques breves de alta intensidad, alternados con momentos de reflexión o trabajo colaborativo. En este sentido, estrategias como las pausas activas o el uso de desafíos cognitivos pueden ayudar a mantener el foco atencional y revitalizar el interés.

Las emociones positivas y el contexto afectivo también juegan un papel determinante en la enseñanza de las ciencias (Reyes Cruz, 2024). La curiosidad, la sorpresa y la relevancia contextual actúan como catalizadores del aprendizaje al activar los sistemas dopaminérgicos del cerebro, lo que mejora la consolidación de la memoria y el compromiso cognitivo (Martínez Borreguero et al., 2023). En este sentido, es importante el uso de preguntas problematizadoras, aprendizaje por indagación y proyectos contextualizados que conecten los contenidos científicos con la vida cotidiana.

Por último, se destaca la importancia del ritmo cognitivo individual, que invita a adaptar las estrategias de enseñanza a los diferentes tiempos y estilos de

procesamiento de los estudiantes. Esto implica incorporar el principio de diferenciación pedagógica en el diseño instruccional, permitiendo que cada estudiante construya su aprendizaje de acuerdo con su ritmo, motivación y trayectoria.

2.1.8 Retos actuales en la enseñanza de las ciencias

Uno de los principales retos que enfrenta actualmente la enseñanza de las ciencias es la descontextualización del conocimiento científico. A pesar de los avances curriculares y las reformas declarativas, la práctica educativa continúa anclada en modelos expositivos centrados en la memorización de contenidos abstractos, frecuentemente desvinculados del contexto real y de las preocupaciones sociales contemporáneas. Esta visión fragmentada, ampliamente documentada en la literatura especializada, limita la significatividad del aprendizaje y reduce progresivamente la motivación de los estudiantes (Rego et al., 2021; Mejía López et al., 2025). Tal como ya se advertía en la didáctica de las ciencias desde hace más de tres décadas, la ausencia de una visión crítica sobre las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad empobrece la formación científica al impedir que el alumnado comprenda la dimensión humana, histórica y ética de la actividad científica (Solbes y Vilches, 1989).

Frente a este panorama, la didáctica de las ciencias ha propuesto modelos pedagógicos más integradores, basados en la indagación, la exploración activa y la construcción del conocimiento por parte del estudiante. Estos enfoques permiten superar la fragmentación disciplinar y acercar la ciencia a la realidad cotidiana del alumnado, lo que no solo enriquece la comprensión conceptual,

sino que también fomenta una actitud positiva y responsable hacia el conocimiento científico (Solbes y Vilches, 1997).

En particular, se destaca la importancia de incorporar de manera explícita las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS), abordando temas como la sostenibilidad, la contaminación ambiental, los dilemas éticos del desarrollo científico-tecnológico o el impacto de la ciencia en la vida cotidiana. Este tipo de aproximaciones no solo contextualizan el aprendizaje, sino que promueven una visión más realista y humanizada de la ciencia, alejándose del estereotipo del conocimiento neutro, lineal y desprovisto de controversia.

Esta problemática se manifiesta también en los materiales didácticos y en las prácticas de aula. La mayoría de los textos escolares reproducen una imagen empobrecida de la ciencia, enfocada únicamente en procedimientos empíricos y cuantitativos, sin contemplar su evolución histórica, su carácter sociocultural o su dimensión crítica. Esto refuerza la idea de que la ciencia es un conocimiento absoluto, inmutable y carente de discusión, lo que limita el desarrollo de una actitud reflexiva en los estudiantes. Además, es frecuente la reproducción de estereotipos sobre los científicos, presentándolos como sujetos fríos, aislados y racionales, sin reconocer el carácter colaborativo, intergeneracional y dinámico del trabajo científico. Del mismo modo, muchos textos no abordan ni cuestionan los preconceptos y neuromitos que los estudiantes traen consigo, perpetuando creencias como la objetividad absoluta o la imagen del científico-genio que descubre en solitario.

Tampoco se incluyen, en la mayoría de los casos, contenidos que muestren la historia de la ciencia como un proceso marcado por controversias, rupturas de paradigma y transformaciones conceptuales, aspectos fundamentales para

comprender su carácter evolutivo y humano. Esta ausencia impide al alumnado visualizar la ciencia como una construcción cultural en constante revisión. Asimismo, se observa un déficit en la inclusión de actividades didácticas que promuevan la toma de decisiones, el análisis de problemáticas reales o la argumentación sobre cuestiones éticas y sociales vinculadas al quehacer científico. Las propuestas suelen centrarse en la reproducción de información, con escasa atención al desarrollo del pensamiento crítico o la participación activa del estudiantado.

Esta situación impacta directamente en la actitud del alumnado hacia las ciencias. Diversos estudios evidencian que dicha actitud tiende a volverse negativa conforme se avanza en el sistema educativo, debido a modelos de enseñanza que priorizan contenidos descontextualizados y métodos evaluativos memorísticos, en detrimento de la reflexión, la participación y la conexión con la realidad social. Por ello, se vuelve urgente repensar las prácticas docentes y los materiales didácticos, incorporando propuestas que integren ejemplos actuales, problemas relevantes y metodologías activas que estimulen el análisis, la creatividad y la argumentación.

Desde el enfoque neuroeducativo, estas recomendaciones adquieren aún mayor fuerza. La neurociencia ha demostrado que el aprendizaje se consolida más eficazmente cuando los contenidos son emocionalmente significativos, están contextualizados y se relacionan con la experiencia del estudiante, ya que estas condiciones favorecen la activación de redes neuronales implicadas en la atención, la memoria y la motivación (Hernández Cueva et al., 2023; Gómez Cajamarca et al., 2025).

En consecuencia, avanzar hacia enfoques interdisciplinarios, transversales y socialmente comprometidos no solo responde a principios pedagógicos establecidos por la didáctica de las ciencias, sino también a los hallazgos recientes sobre cómo aprende el cerebro. Del mismo modo, metodologías como el aprendizaje por indagación, el aprendizaje basado en problemas o el aprendizaje cooperativo resultan coherentes con este marco, al implicar al estudiante en procesos de razonamiento, toma de decisiones, regulación emocional y pensamiento metacognitivo.

2.2. ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS POR INDAGACIÓN

2.2.1 ¿Qué es el aprendizaje por indagación?

El aprendizaje por indagación constituye una metodología didáctica centrada en el estudiante que promueve la construcción activa del conocimiento científico mediante la formulación de preguntas, la exploración sistemática de fenómenos, la recolección y análisis de datos, y la elaboración de explicaciones fundamentadas en evidencia empírica (Linares, 2023; Pacheco y Barbosa, 2025). A diferencia del modelo expositivo tradicional, donde el docente actúa como transmisor de contenidos predefinidos, este enfoque implica un cambio epistemológico y metodológico: aprender se convierte en una práctica investigativa, donde se construyen hipótesis, se enfrentan errores, se contrastan ideas y se reformulan explicaciones. Tal como señalan Cristóbal y García (2013) y Avilés (2011), el motor del aprendizaje es la curiosidad del estudiante, quien participa activamente en la búsqueda de soluciones y en la formulación de nuevas preguntas para comprender el mundo que lo rodea.

Este enfoque se fundamenta en una concepción constructivista del conocimiento, en la que el saber no se recibe como un producto cerrado, sino que se reconstruye a partir de experiencias significativas y de contextos auténticos de investigación. El proceso de indagación sigue una estructura progresiva que comienza con la identificación de una situación problemática, continúa con la exploración a través de la observación y recogida de información, pasa por la reflexión crítica sobre los saberes previos y finaliza con la aplicación o experimentación del conocimiento construido (Ligouri, 2005; Cristóbal y García, 2013). En este sentido, los preconceptos del alumnado son activados y contrastados con información científica, favoreciendo una comprensión más profunda, reflexiva y fundamentada (Cristóbal y García, 2013). Asimismo, el docente asume el rol de facilitador del aprendizaje, guiando, acompañando y aprendiendo junto a sus estudiantes, lo que fortalece tanto el pensamiento crítico como la creatividad (Ausubel, 1976; Avilés, 2011).

La didáctica de las ciencias considera al aprendizaje por indagación como una estrategia fundamental para enseñar a hacer ciencia y a comprender cómo se construye el conocimiento científico (Ferrés Gurt, Marbà Tallada y Sanmartí Puig, 2015). Esta perspectiva impulsa el desarrollo de habilidades científicas fundamentales como la formulación de preguntas investigables, el planteamiento de hipótesis, el diseño experimental, la observación rigurosa, la argumentación lógica y la interpretación crítica de resultados (Sam, 2024). En el contexto educativo español, diversos autores han promovido su implementación desde los primeros años de la educación secundaria obligatoria, destacando la necesidad de una programación progresiva y

sistemática para fortalecer la competencia indagativa desde edades tempranas (Menoyo, 2013; Fernández-López, 2011, citados en Ferrés Gurt et al., 2015). Sin embargo, investigaciones han identificado que los estudiantes enfrentan dificultades importantes en la formulación de preguntas científicas, lo que pone de relieve la necesidad de una enseñanza explícita, guiada y sostenida en el tiempo (Sanmartí y Márquez, 2012; Furman, Barreto y Sanmartí, 2013).

Para atender a estas necesidades, se han desarrollado herramientas específicas de evaluación, como el instrumento NPTAI diseñado por Ferrés Gurt et al. (2015), que permite diagnosticar fortalezas y debilidades en los procesos de indagación autónoma realizados por estudiantes de bachillerato. Este tipo de instrumentos, además de promover la mejora de la competencia indagativa, fomentan procesos metacognitivos y la autorreflexión sobre el propio aprendizaje. Por otro lado, estudios con docentes que implementaron estrategias de indagación muestran mejoras sustanciales en el desempeño del alumnado y en la calidad de las prácticas pedagógicas, lo que reafirma su potencial no solo como estrategia de aprendizaje, sino también como herramienta para el desarrollo profesional docente (Ligouri, 2005).

Desde la perspectiva de la neuroeducación, el aprendizaje por indagación encuentra un respaldo empírico sólido. Diversas investigaciones han demostrado que este enfoque activa áreas cerebrales asociadas a la atención sostenida, la memoria de trabajo, el control ejecutivo, la toma de decisiones y la resolución de problemas complejos (Lippmann, 2022; Nollmeyer y Baldwin, 2022). Particularmente, se estimula la corteza prefrontal dorsolateral y el sistema de recompensa cerebral, lo cual favorece la consolidación de aprendizajes significativos al implicar tanto a nivel emocional como cognitivo

al estudiante. Estas condiciones neurobiológicas están directamente vinculadas con la motivación intrínseca, la curiosidad y el compromiso activo con el conocimiento, elementos esenciales para el aprendizaje profundo en ciencias (Lower-Hoppe et al., 2021).

Asimismo, la indagación favorece la autonomía, la autorregulación y el pensamiento científico auténtico, ya que los estudiantes deben decidir qué investigar, cómo hacerlo, cómo interpretar la información y cómo comunicar sus resultados. Al enfrentar la incertidumbre, el error y la necesidad de justificar sus elecciones, el estudiantado desarrolla competencias científicas complejas que difícilmente podrían lograrse mediante métodos transmisivos. Este enfoque no solo mejora su actitud hacia la ciencia, sino que también supera las limitaciones de metodologías repetitivas, tradicionales y monótonas que fomentan la desmotivación (Arenas, 2009; Avilés, 2011).

En el artículo de Gil Pérez (1983) se plantea que la enseñanza de las ciencias debe estar basada en un paradigma que refleje fielmente la metodología científica, superando visiones simplistas y excesivamente positivistas que a menudo caracterizan la práctica docente habitual. En este sentido, se critica el paradigma de la «enseñanza por transmisión» de conocimientos ya elaborados, así como la «enseñanza por descubrimiento inductivo y autónomo», pues ambos no corresponden adecuadamente a cómo se produce realmente el conocimiento científico (Gil Pérez, 1983, p.6).

Se hace especial hincapié en la necesidad de incorporar en la enseñanza aspectos fundamentales de la investigación científica, tales como la formulación de hipótesis, el diseño de experimentos y la contrastación empírica, elementos muchas veces ausentes en prácticas educativas que se

limitan a manipulaciones sin un proceso reflexivo riguroso (Gil Pérez, 1983, p. 5). Esta distinción implica la existencia de diferentes niveles o enfoques de indagación: “uno superficial o empírico, basado en la ejecución de tareas experimentales sin una estructura clara y otro más profundo, que implica un trabajo de investigación auténtico, guiado conceptualmente y con la emisión y revisión crítica de hipótesis” (Gil Pérez, 1983, p.2).

Además, el autor subraya que “la verdadera indagación científica es un proceso social y colectivo, donde el trabajo autónomo tiene límites y está influido por paradigmas conceptuales previos y por la interacción con compañeros y expertos” (Gil Pérez, 1983, p. 2). Por tanto, “en la enseñanza de las ciencias, la indagación debe ser guiada y estructurada para ser efectiva, evitando una búsqueda desorganizada y fragmentaria que pueda conducir a adquisiciones dispersas de conocimiento” (Gil Pérez, 1983, p.5).

Este marco sugiere que los niveles de indagación en la enseñanza pueden clasificarse según su grado de estructura y reflexión:

1. **Indagación empírica y manipulativa:** ejecución de experimentos o actividades con poca o ninguna formulación de hipótesis ni diseño riguroso.
2. **Indagación estructurada y guiada:** proceso donde el alumno formula hipótesis, diseña y evalúa experimentos, y trabaja dentro de un marco conceptual coherente.
3. **Indagación auténtica o investigativa:** inserción en procesos colectivos y sociales de producción científica, con trabajo en equipo y consideración de paradigmas vigentes.

Este marco de flexibilidad permite adaptar el enfoque al nivel cognitivo del estudiantado, al contexto educativo y a los objetivos formativos, sin perder de vista la esencia del método científico. Además, el aprendizaje por indagación fomenta una cultura del aula en la que la duda, el error, la reflexión y el diálogo son componentes centrales del proceso de aprendizaje. Por ello, en el contexto universitario, este enfoque representa una herramienta clave para superar la fragmentación del conocimiento y conectar los saberes disciplinares con problemas del mundo real. También favorece la formación de profesionales reflexivos, autónomos y capaces de enfrentar desafíos complejos con una mentalidad científica.

2.2.2 Bases neurocientíficas del aprendizaje por indagación

A nivel funcional, el aprendizaje por indagación estimula la corteza prefrontal dorsolateral, región asociada con la planificación, la toma de decisiones, el control inhibitorio y la resolución de problemas complejos (Sandoval et al., 2021). Este tipo de aprendizaje desafiante, que requiere formular preguntas y tomar decisiones en contextos de incertidumbre, activa mecanismos de autorregulación cognitiva, fundamentales para el aprendizaje autónomo.

Otro componente neurobiológico fundamental es el papel de la dopamina, neurotransmisor relacionado con el sistema de recompensa cerebral (Christensen y Ceberio, 2025). Cuando el estudiante encuentra sentido, descubre algo nuevo, o verifica una hipótesis por su cuenta, se activa el sistema dopaminérgico mesolímbico, generando placer y motivación intrínseca. Esto explica por qué las metodologías basadas en indagación suelen tener un mayor impacto en el compromiso cognitivo y emocional del alumnado.

Asimismo, las experiencias sociales dentro del aprendizaje por indagación, como la discusión de resultados, la coevaluación de hipótesis y el trabajo colaborativo, activan regiones cerebrales (córtex cingulado anterior y la corteza prefrontal medial) relacionadas con la empatía, la regulación emocional y la integración del conocimiento social, las cuales enriquecen el aprendizaje al permitir que el estudiantado construya el significado en su interacción con otros (Miller y Immordino-Yang, 2021).

2.2.3 Beneficios del aprendizaje por indagación en la enseñanza de las ciencias

Uno de los beneficios más destacados es el desarrollo del pensamiento científico. A través de la indagación, los estudiantes aprenden a formular preguntas investigables, generar hipótesis, diseñar procedimientos, recolectar y analizar datos, y construir explicaciones basadas en evidencia. Este proceso fomenta un razonamiento lógico, crítico y argumentativo que trasciende la memorización de contenidos y fortalece la comprensión profunda de los fenómenos (Betancur-Tarazona et al., 2022).

Asimismo, el enfoque por indagación promueve la autonomía intelectual y la autorregulación del aprendizaje, al situar al estudiante como protagonista activo del proceso. La necesidad de tomar decisiones, justificar elecciones metodológicas y revisar explicaciones ante datos contradictorios impulsa el desarrollo de habilidades metacognitivas, claves para el aprendizaje universitario (Retana-Alvarado et al., 2023).

En el plano social, la indagación facilita la interacción colaborativa, esencial para la construcción colectiva del conocimiento. El trabajo en equipo, la discusión de hipótesis, la argumentación entre pares y la coevaluación

fomentan habilidades comunicativas, empatía y pensamiento dialógico, aspectos indispensables para una ciudadanía científica crítica (Montanez et al., 2021). Estas dinámicas activan también circuitos cerebrales implicados en la cognición social, fortaleciendo la relación entre aprendizaje, emoción y vínculo interpersonal.

Para finalizar, diversos estudios muestran que los estudiantes que aprenden ciencias mediante metodologías de indagación mejoran significativamente su rendimiento académico y su actitud hacia la ciencia en comparación con aquellos formados en modelos tradicionales. Esto se debe a que la indagación articula lo cognitivo con lo emocional, lo individual con lo social, y lo conceptual con lo procedimental, generando experiencias de aprendizaje más completas y duraderas (Saint Hilaire, 2025).

2.2.4 El rol del docente en el aprendizaje por indagación

En el enfoque del aprendizaje por indagación, el rol del docente adquiere una dimensión profundamente transformadora. Lejos de desempeñarse como transmisor de conocimientos cerrados, el docente se convierte en mediador, guía y diseñador de experiencias de aprendizaje significativas, que promuevan la curiosidad, el pensamiento crítico, la argumentación científica y la construcción autónoma del saber.

Este cambio implica una ruptura con el modelo tradicional expositivo y una transición hacia prácticas pedagógicas más activas, dialógicas y centradas en el estudiante. En contextos de indagación, el docente no tiene como objetivo dar respuestas, sino provocar preguntas, generar escenarios desafiantes, y acompañar al estudiante en su proceso de exploración, hipótesis y revisión de

ideas (Bybee, 2020). Esta mediación requiere habilidades específicas que van más allá del dominio disciplinar, y que incluyen sensibilidad didáctica, capacidad para formular buenas preguntas, flexibilidad cognitiva y competencias comunicativas avanzadas.

Desde la neuroeducación, se ha demostrado que el acompañamiento docente empático, exigente y cognitivamente estimulante potencia los aprendizajes, ya que activa zonas del cerebro relacionadas con la atención, la regulación emocional y la memoria de trabajo (Carew y Magsamen, 2020). En este sentido, el docente cumple una función reguladora de la carga cognitiva: ajusta el nivel de dificultad, secuencia las tareas, ofrece retroalimentación estratégica y mantiene el equilibrio entre desafío y apoyo.

Una de las funciones clave del docente en este enfoque es la gestión del andamiaje pedagógico, es decir, proporcionar los apoyos necesarios para que el estudiante avance desde su nivel actual de comprensión hacia niveles más complejos de razonamiento. Este andamiaje puede expresarse a través de preguntas orientadoras, modelado de procedimientos, uso de representaciones visuales o diseño de guías estructuradas de investigación. A medida que el estudiante gana autonomía, el docente retira progresivamente el andamiaje, promoviendo el desarrollo de la autorregulación (Tokuhama-Espinosa, 2020).

Otro aspecto fundamental es la capacidad del docente para crear un ambiente seguro para la indagación, donde el error no sea penalizado, sino reconocido como parte esencial del proceso de aprendizaje. Desde el enfoque neurodidáctico, el error es visto como un estímulo para la reorganización sináptica, siempre que vaya acompañado de una retroalimentación

significativa y de oportunidades para la revisión y mejora (Howard-Jones, 2014).

Asimismo, el docente debe promover la metacognición, guiando al estudiante a reflexionar sobre sus propios procesos de pensamiento, las estrategias que emplea y los criterios que utiliza para validar sus explicaciones. Esta función metacognitiva es clave para el desarrollo del pensamiento científico, ya que permite a los estudiantes pasar de una comprensión intuitiva a una comprensión estructurada y argumentada (Osborne y Dillon, 2020).

Finalmente, el docente en contextos de indagación debe estar dispuesto a renunciar al control absoluto del proceso, permitiendo la emergencia de trayectorias inesperadas, preguntas no previstas y soluciones alternativas. Esto exige una actitud abierta a la incertidumbre, disposición al diálogo horizontal y una postura reflexiva constante sobre su propia práctica pedagógica (Minner et al., 2022).

2.2.5 Conexión entre indagación, creatividad y pensamiento científico

La relación entre indagación, creatividad y pensamiento científico es profunda y esencial. Lejos de ser dimensiones separadas, estos tres procesos se articulan de forma dinámica en la construcción del conocimiento científico y en su enseñanza. La indagación no solo activa capacidades analíticas, sino que exige también flexibilidad cognitiva, imaginación, generación de hipótesis y apertura a lo inesperado, lo cual implica una fuerte vinculación con la creatividad. A su vez, el pensamiento científico, lejos de ser meramente lógico y secuencial, se nutre de procesos divergentes y heurísticos que son propios del pensamiento creativo (Andiliou y Murphy, 2020).

En este sentido, la enseñanza de contenidos procedimentales en las clases de ciencias es no solo posible sino también necesaria, aunque implica una complejidad mayor de lo que algunos podrían suponer inicialmente. Se pueden enseñar contenidos procedimentales, pero su incorporación efectiva requiere de una planificación cuidadosa y un entendimiento profundo tanto de las características de los alumnos como de los modelos y creencias de los profesores (ProBueno, 1998, p. 17).

Se destaca que cuando los procedimientos se han utilizado previamente, el proceso de enseñanza se vuelve "más ágil", y no es necesario enfatizar sistemáticamente cada secuencia, del mismo modo que ocurre con ciertos contenidos conceptuales como la ley de Ohm o la conservación de la masa (p. 17). Sin embargo, inicial y cuidadosamente explicados, los contenidos procedimentales requieren secuencias específicas que faciliten su incorporación a la estructura cognitiva de los estudiantes, y una vez asumidos, su aplicación en situaciones nuevas permite ampliar y profundizar su significado.

Esta afirmación confirma que la enseñanza de contenidos procedimentales no debe limitarse a una simple exposición, sino que debe considerar variables contextuales y particulares de la clase, lo que añade complejidad al proceso, pero también grandes posibilidades para el aprendizaje significativo y transferible (p. 17).

En este sentido, el aprendizaje por indagación constituye un escenario propicio para la expresión y el desarrollo de la creatividad, entendida como la capacidad de generar ideas nuevas y valiosas para resolver problemas. Durante la indagación, los estudiantes deben plantear preguntas originales, proponer

explicaciones alternativas, diseñar estrategias experimentales, interpretar datos de forma crítica y argumentar sus conclusiones, todos ellos procesos que implican tanto pensamiento divergente como convergente (Sawyer, 2018).

Desde la neurociencia, se ha demostrado que los procesos de indagación y creatividad comparten redes cerebrales comunes, especialmente en las zonas frontoparietales, involucradas en la generación de ideas, la toma de decisiones, la planificación y la evaluación crítica. Estudios recientes destacan que la creatividad no es un talento innato, sino una habilidad que puede ser desarrollada mediante la práctica sostenida en contextos ricos en estímulos, desafíos y retroalimentación (Beaty et al., 2019).

El pensamiento científico, por su parte, implica la coordinación de operaciones cognitivas complejas, como la formulación de hipótesis, el razonamiento causal, la inferencia basada en datos y la revisión crítica de evidencias. Para que estas habilidades se desarrollen, es indispensable que el entorno de aprendizaje permita la exploración libre, el debate de ideas, la justificación de afirmaciones y la aceptación del error como parte del proceso. La indagación proporciona este tipo de ambiente, permitiendo a los estudiantes transitar entre fases creativas (planteamiento de preguntas, diseño de estrategias) y fases analíticas (evaluación de resultados, validación de explicaciones) (Tokuhamma-Espinosa, 2020).

Además, la relación entre indagación y creatividad se potencia cuando se integran elementos estéticos, narrativos y tecnológicos en el proceso. Por ejemplo, representar modelos científicos mediante mapas visuales, simulaciones digitales o narrativas explicativas estimula tanto la comprensión conceptual como la producción creativa. La neuroeducación ha demostrado

que estas estrategias, al activar múltiples sistemas cognitivos y sensoriales, favorecen la retención, la transferencia y la motivación intrínseca (Carew y Magsamen, 2020).

Asimismo, la creatividad no se opone al rigor científico, como tradicionalmente se ha pensado, sino que constituye una condición para el pensamiento científico sofisticado. La generación de ideas nuevas, la formulación de hipótesis no evidentes, la exploración de alternativas metodológicas y la construcción de explicaciones innovadoras son componentes necesarios en la resolución de problemas científicos reales (Osborne y Dillon, 2020).

En el contexto universitario, fomentar la indagación con un enfoque creativo permite transformar las aulas en espacios de investigación auténtica, donde el estudiante aprende a pensar como científico, pero también a imaginar como creador. Este equilibrio entre creatividad y racionalidad crítica prepara a los futuros profesionales para enfrentar entornos complejos, inciertos y cambiantes con herramientas intelectuales robustas, flexibles y transferibles.

CAPÍTULO 3. PRESENTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS Y LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

En base a las tres preguntas de investigación planteadas en el capítulo 1, se derivan las siguientes hipótesis (HI) y objetivos de investigación (OI):

PI1: ¿Qué se enseña sobre neurociencias en la formación de los futuros docentes de EI, EP y EE en Ecuador?

Hipótesis 1 (H1). Las neurociencias son consideradas importantes en la formación inicial de docentes por eso están presentes en los planes de estudio. Sin embargo, se enseñan con pocas implicaciones y aplicación tanto en la educación como en la práctica docente, sin superar los neuromitos existentes.

Para comprobar esta hipótesis se plantean los siguientes OI:

- OI1. Revisar los planes de estudios de las carreras: EI, EP y EE.
- OI2. Analizar las guías docentes y contenidos de las asignaturas y los libros de texto y bibliografía de neurociencias que utilicen.
- OI3. Realizar entrevistas o cuestionarios al profesorado que imparte esas materias.

Para dar respuesta a la H1, fue necesario conocer la importancia que se da al estudio de las neurociencias en la formación inicial de docentes en la UNAE,

así como también saber si dichas enseñanzas tienen implicaciones reales y son aplicadas adecuadamente en la práctica docente de manera que se puedan superar los neuromitos existentes.

Para ello se revisaron los planes de estudios para conocer si existen asignaturas que abordan contenidos relacionados con las neurociencias y, en caso afirmativo, revisar sus contenidos mínimos. También se analizaron las guías docentes de las asignaturas relacionadas con las neurociencias, las estrategias didácticas y de evaluación que se emplean para enseñar los contenidos, las actividades que se proponen realizar, el material bibliográfico y los recursos utilizados por el profesorado.

Por otra parte, se realizaron entrevistas a los docentes, para conocer su perfil profesional, los conocimientos que tienen sobre las neurociencias y su aplicación en la educación, así como también se buscó conocer las estrategias que emplean para la enseñanza. Pudiendo estos factores ser determinantes para dar cuenta de los aspectos que pueden condicionar que la enseñanza de los neuromitos no sea tan eficaz como se esperaría.

PI2: ¿Qué conocimientos tienen sobre los neuromitos los estudiantes de las carreras de EI, EP y EE en Ecuador?

Hipótesis 2 (H2). Los futuros docentes desconocen las principales ideas de las neurociencias e incurrir en neuromitos y no saben cómo aplicar las neurociencias a la educación.

Para comprobar esta hipótesis se plantea el siguiente OI:

- OI4. Pasar cuestionarios para los estudiantes previo a la intervención (grupo experimental) sobre conocimientos de neurociencias, su enseñanza y algunos neuromitos.

Para dar respuesta a la H2 fue necesario saber qué conocimientos tenían los estudiantes sobre las neurociencias, su aplicación en la educación y la forma en que estas están siendo enseñadas, además de saber si eran capaces de identificar y argumentar adecuadamente los neuromitos en educación más comunes.

Para ello se desarrolló un cuestionario con dos apartados, el primero contenía preguntas abiertas sobre conocimientos básicos sobre neurociencias y las formas de enseñarlas. El segundo apartado contenía diez proposiciones sobre neuromitos, en los cuales los estudiantes debían colocar su nivel de concordancia con dicha proposición y argumentar su respuesta.

PI3: ¿Es posible mejorar las concepciones sobre la neurociencia y sus aportaciones a la educación de alguno de estos grupos?

Hipótesis 3 (H3). Realizar una intervención didáctica en neurociencias aplicadas a la educación, específicamente sobre neuromitos, a través del aprendizaje por indagación mejorará los conocimientos y la aplicación de neurociencias en los futuros docentes.

Los OI que se derivan de la H3 son los siguientes:

- OI5. Diseñar una secuencia de actividades sobre los neuromitos en educación.

- OI6. Implementarla utilizando una metodología de indagación que permita análisis y reflexión, y favorezca la mejora de la práctica docente.
- OI7. Pasar cuestionarios a los estudiantes después de llevar a cabo la intervención (grupo experimental y grupo control).
- OI8. Comparar las mejoras del grupo experimental con las del grupo control.

Para dar respuesta a la H3 se diseñó una secuencia didáctica utilizando la metodología del aprendizaje por indagación, proponiendo actividades que fomenten el pensamiento crítico y la resolución de problemas, esperando contribuir a incrementar el conocimiento didáctico del contenido sobre neuromitos de manera permanente y aplicable a la educación. La intervención se llevó a cabo buscando la mejora significativa en el aprendizaje de un contenido neurocientífico mediante el aprendizaje por indagación versus estrategias tradicionales y realizando un estudio experimental.

En la Tabla 3.1 se puede visualizar un esquema que recoge las preguntas de, las hipótesis, los objetivos y los instrumentos utilizados en esta investigación.

Tabla 3.1

Preguntas, Hipótesis, Objetivos e Instrumentos de la investigación

Preguntas de investigación (PI)	Hipótesis (H)	Objetivos de investigación (OI)	Instrumentos utilizados
PI1: ¿Qué se enseña sobre neurociencias en la formación de	H1. Las neurociencias son consideradas importantes en la formación inicial de docentes, por eso	OI1. Revisar los planes de estudios de las carreras: EI, EP y EE. OI2. Analizar las guías docentes y contenidos de las asignaturas y los libros de texto	Cuestionario para el análisis cualitativo de los planes de estudios de las

los futuros docentes de EI, EP y EE en Ecuador?	están presentes en los planes de estudio. Sin embargo, se enseñan con pocas implicaciones y aplicación tanto en la educación como en la práctica docente, sin superar los neuromitos existentes.	y bibliografía de neurociencias que utilicen. OI3. Realizar entrevistas o cuestionarios al profesorado que imparte esas materias.	carreras. Tabla 4.1 Cuestionario para el análisis cualitativo de las guías docentes. Tablas 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 Entrevistas al profesorado. Tabla 4.6
PI2: ¿Qué conocimientos tienen sobre los neuromitos los estudiantes de las carreras de EI, EP y EE en Ecuador?	H2. Los futuros docentes tienen conocimientos muy generales, desconocen las principales ideas de las neurociencias e incurrir en neuromitos y no saben cómo aplicar las neurociencias a la educación.	OI4. Pasar cuestionarios para los estudiantes previo a la intervención (grupo experimental) sobre conocimientos de neurociencias, su enseñanza y algunos neuromitos.	Cuestionario sobre percepciones y aplicaciones de la neurociencia en la educación. Tabla 6.1 Cuestionario sobre neuromitos. Tabla 6.2
PI3: ¿Es posible mejorar las concepciones sobre la neurociencia y sus aportaciones a la educación de alguno de estos grupos?	H3. Realizar una intervención didáctica en neurociencias aplicadas a la educación, específicamente sobre neuromitos, a través del aprendizaje por indagación mejorará los conocimientos y la aplicación de neurociencias en los futuros docentes.	OI5. Diseñar una intervención sobre los neuromitos en educación. OI6 Implementarla utilizando una metodología de indagación que permita análisis y reflexión, y favorezca la mejora de la práctica docente. OI7. Pasar cuestionarios a los estudiantes después de llevar a cabo la intervención (grupo experimental y grupo control). OI8. Comparar las mejoras del grupo experimental con las del grupo control.	Diseño de la secuencia didáctica. Cuestionario sobre neuromitos.

CAPÍTULO 4. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA COMPROBAR LA PRIMERA HIPÓTESIS

Para dar respuesta a la H1 es necesario llevar a cabo tres tareas específicas que darán respuesta a cada uno de los objetivos planteados:

- Con respecto al OI1, se revisará lo que se enseña en la UNAE sobre neurociencia educativa, a partir de la revisión de los planes de estudio, considerando que actualmente existen siete carreras presenciales, de las cuales únicamente en tres se contemplan asignaturas relacionadas con la neurociencia a pesar de recalcar su importancia dentro del Modelo Educativo Pedagógico 2023.
- En cuanto al OI2, se revisarán las guías docentes de las asignaturas relacionadas con neurociencia educativa en su integridad. Este análisis permitirá conocer los contenidos mínimos, los resultados de aprendizaje, las estrategias que se utilizan para enseñar neurociencias, las actividades propuestas a los estudiantes, las estrategias de evaluación y la bibliografía de referencia que utilizan los docentes para desarrollar los procesos de enseñanza aprendizaje.
- Por lo que respecta al OI3, se realizará una entrevista a los docentes que imparten las asignaturas de neurociencias para conocer sus perspectivas sobre su práctica docente y sus percepciones sobre la neurociencia en la educación.

4.1. DISEÑO DEL ANÁLISIS DOCUMENTAL DE LOS PLANES DE ESTUDIO

Para llevar a cabo estas tareas se contempla la realización de una fase de carácter diagnóstico mediante el análisis documental, el cual es una actividad sistemática y planificada que consiste en examinar documentos existentes sobre una temática determinada, que ayuda a complementar, contrastar y validar información (Bisquerria, 2009).

En el ámbito educativo los planes de estudio y las guías docentes constituyen documentación oficial que orienta el funcionamiento y desarrollo de la actividad pedagógica de una institución. En la presente investigación se ha desarrollado una red (ver Tabla 4.1) para analizar los planes de estudio.

Tabla 4.1

Red Utilizada para el Análisis de los Planes de Estudio

Ítem	Pregunta
Ítem 1	¿El proyecto de carrera se fundamenta en las aportaciones de las neurociencias en la educación?
Ítem 2	¿Cómo se evidencia en el proyecto de carrera la importancia de la formación de maestros con contenidos de neurociencias?
Ítem 3	¿El perfil de egreso considera la adquisición de conocimientos de los docentes relacionados con las neurociencias?
Ítem 4	¿Cuántas asignaturas en la malla contemplan contenidos relacionados con las neurociencias?
Ítem 5	¿Qué y cuántos contenidos relacionados con las neurociencias se consideran en los planes de estudio?

4.2 DISEÑO DEL ANÁLISIS DOCUMENTAL DE LAS GUÍAS DOCENTES

La red de análisis para las guías docentes consta de 18 preguntas, organizadas según los siguientes apartados: Generalidades, Contenidos, Estrategias y Metodologías de enseñanza y Bibliografía, que se han aplicado a 4 guías docentes de las carreras EI, EP y EE (ver Tablas 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5).

Tabla 4.2

Red para el Análisis de las Guías Docentes del Apartado “Generalidades”

Generalidades	
Ítem	Pregunta
Ítem 1	1. ¿Cuál es el nombre de la asignatura?
Ítem 2	2. En la caracterización de la asignatura, ¿Se resaltan aportes teóricos y prácticos?
Ítem 3	3. En la caracterización de la asignatura, ¿Se establecen relaciones entre la aplicación de la neurociencia en la educación?
Ítem 4	4. ¿Se plantea un abordaje interdisciplinario?
Ítem 5	5. ¿Cuántas horas a la semana se imparte la asignatura?
Ítem 6	6. ¿Qué resultados de aprendizaje plantea la asignatura?

Tabla 4.3*Red para el Análisis de las Guías Docentes del Apartado “Contenidos”*

Contenidos	
Ítem	Pregunta
Ítem 7	7. ¿En cuántas unidades didácticas está organizada la asignatura?
Ítem 8	8. ¿Se abordan temas relacionados con la biología del cerebro: funciones, neuronas, sinapsis, neurogénesis, plasticidad cerebral?
Ítem 9	9. ¿Se abordan contenidos relacionados con la psicología: procesos cognitivos, emociones, control emocional, atención, memoria?
Ítem 10	10. ¿Se abordan contenidos que relacionan la neurociencia y la educación: ambientes y experiencias de aprendizaje, bases neuronales de los problemas de aprendizaje, periodos sensibles para el aprendizaje, ¿Conocimientos neurocientíficos relacionados con la lectura y las matemáticas?
Ítem 11	11. ¿Se abordan contenidos relacionados con los neuromitos?, ¿Cuántas horas se ocupan para este contenido?
Ítem 12	12. En los contenidos relacionados con los neuromitos ¿Se comunican hallazgos neurocientíficos actualizados?

Tabla 4.4*Red para el Análisis de las Guías Docentes del Apartado “Estrategias y Metodologías de Enseñanza”*

Estrategias y Metodologías de Enseñanza	
Ítem	Pregunta
Ítem 13	13. ¿Qué estrategias de enseñanza son las más utilizadas?
Ítem 14	14. ¿Se utiliza el aprendizaje por indagación?
Ítem 15	15. ¿Se utilizan diferentes tipos de evaluación: autoevaluación, coevaluación, heteroevaluación?

Tabla 4.5*Red para el Análisis de las Guías Docentes del Apartado “Referencias”*

Referencias	
ÍTEM	Pregunta
Ítem 16	16. ¿Cuántas referencias bibliográficas básicas se presentan?
Ítem 17	17. ¿Cuántas referencias bibliográficas complementarias se presentan?
Ítem 18	18. ¿Las referencias bibliográficas corresponden a investigaciones actualizadas, no más de 10 años o clásicos de la literatura?

4.3 CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL ANÁLISIS DOCUMENTAL

Se llevará a cabo un análisis en profundidad que ayude a identificar patrones, tendencias, convergencias, contradicciones y argumentos que validen la necesidad e importancia de las neurociencias en la formación inicial del profesorado, mediante una lectura cruzada y comparativa de los documentos en cuestión, para así construir una síntesis que permita comprender la realidad y el contexto analizado.

Se analizará el número de veces que aparece la palabra neurociencia y cerebro en el contenido de los documentos y en qué parte de estos se visualizan, así como también si se da cumplimiento y toma en cuenta la debida importancia de las neurociencias en la formación inicial del profesorado dentro de la pedagogía de la UNAE, además de revisar de cuantificar la cantidad de asignaturas y contenidos relacionados con las neurociencias que aparecen en los planes de estudio y guías docentes.

4.4 DISEÑO DE LA ENTREVISTA AL PROFESORADO

La entrevista es una técnica de recogida de información que busca obtener información de forma oral y personalizada, sobre acontecimientos y aspectos como creencias, actitudes, opiniones y valores de un sujeto, en relación con la situación que se está estudiando (Bisquerra, 2009). Conocer el equipo de trabajo que está a cargo de las asignaturas de neurociencia permitirá evidenciar los conocimientos que tiene el profesorado sobre la neurociencia y la importancia que le dan a esta dentro de su práctica educativa.

Este instrumento también permitirá conocer sus perfiles procesos formativos y la manera en la que se abordan las asignaturas relacionadas con las neurociencias desde su experiencia, así como también identificar ciertos vacíos y necesidades en la formación inicial. La entrevista está conformada por 10 preguntas tal y como se muestra en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6

Red de Preguntas para la Entrevista Semiestructurada

Ítem	Pregunta
Ítem 1	1. ¿Qué formación académica tiene?
Ítem 2	2. Generalmente ¿con qué estrategias didácticas trabaja?
Ítem 3	3. Con respecto a los recursos ¿cuáles usa mayormente durante sus clases?
Ítem 4	4. ¿Qué material bibliográfico básico y complementario utiliza para la enseñanza? ¿Podría mencionar algunos autores?
Ítem 5	5. ¿Qué recursos o estrategias suele utilizar para evaluar los aprendizajes?
Ítem 6	6. ¿Conoce la neurociencia? ¿Qué le sugiere este término?
Ítem 7	7. Si la conoce ¿de dónde proviene su información al respecto?

Ítem 8	8. ¿Considera importante que los docentes en formación aprendan sobre neurociencias? ¿Por qué?
Ítem 9	9. ¿Considera que el estudio de la neurociencia en educación es transferible a su aplicación práctica? ¿Por qué?
Ítem 10	10. Finalmente se agradece cualquier otro comentario que pueda enriquecer esta investigación

4.5 CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA ENTREVISTA AL PROFESORADO

Los criterios seguidos para valorar las respuestas dadas por los docentes se detallan a continuación:

- *Ítem 1: ¿Qué formación académica tiene?*

Se espera que los docentes tengan formación de grado en las áreas de pedagogía o psicología y maestría y/o doctorado en neuroeducación, siendo más favorable si sus procesos de formación corresponden a una combinación de las tres áreas.

- *Ítem 2: Generalmente ¿con qué estrategias didácticas trabaja?*

Las respuestas pueden ser muy variadas, sin embargo, se espera que contesten con las planteadas en el modelo educativo pedagógico de la UNAE; el pensamiento crítico y la investigación. Una respuesta más completa haría referencia al aprendizaje por indagación.

- *Ítem 3: Con respecto a los recursos ¿cuáles usa mayormente durante sus clases?*

Se esperan respuestas con recursos de investigaciones y trabajos propios, contenidos creados por el docente, medios tecnológicos y digitales al alcance de los estudiantes.

- *Ítem 4: ¿Qué material bibliográfico básico y complementario utiliza para la enseñanza? ¿Podría mencionar algunos autores?*

Se valora positivamente si se utilizan recursos existentes en la universidad como libros de texto y bases de datos científicas, con materiales y recursos no superiores a los diez años y con autores reconocidos en el medio científico.

- *Ítem 5: ¿Qué recursos o estrategias suele utilizar para evaluar los aprendizajes?*

Se esperan respuestas con estrategias que potencien el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes, donde se emitan juicios de valor y se lleve a reflexionar sobre la importancia de ser escépticos y cuestionar el uso de estrategias educativas respaldadas por evidencia científica.

- *Ítem 6: ¿Conoce la neurociencia? ¿Qué le sugiere este término?*

Se valorarán como positivas las respuestas que evidencien conocimiento claro sobre el concepto.

- *Ítem 7: Si la conoce ¿de dónde proviene su información al respecto?*

Se espera que las respuestas sean de procesos formativos formales o de autoformación utilizando referentes en el campo de la neurociencia educativa.

- *Ítem 8: ¿Considera importante que los docentes en formación aprendan sobre neurociencias? ¿Por qué?*

Se valorarán como positivas las respuestas que argumenten objetivamente las implicaciones de la neurociencia en la educación.

- *Ítem 9: Considera que el estudio de la neurociencia en educación es transferible a su aplicación práctica? ¿Por qué?*

Se valorarán como positivas las respuestas que argumenten objetivamente las implicaciones de la neurociencia en la educación.

- *Ítem 10: ¿Considera importante que los docentes en formación aprendan sobre neurociencias? ¿Por qué?*

Se considerará válida toda respuesta que aporte significativamente o genere nuevas ideas a la investigación.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA HIPÓTESIS

5.1 ANÁLISIS DE LOS PLANES DE ESTUDIO

Los estudios en la UNAE están orientados a formar profesionales de la educación que contribuyan al mejoramiento de la calidad y equidad en la educación ecuatoriana, sobre todo, a través del aprendizaje en contextos reales (aprendizaje situado), donde se da un gran valor a la interculturalidad y la ecología de saberes (Modelo Educativo Pedagógico UNAE, 2023).

En cuanto a la investigación se recalca la importancia de la Investigación Acción como metodología privilegiada para la reflexión y mejora de los procesos de enseñanza aprendizaje. Dentro de los fundamentos pedagógicos se retoman los aportes del constructivismo y el conectivismo, cuyos aportes buscan fortalecer la política pública y transformar el sistema educativo nacional (Modelo Educativo UNAE, 2015).

El aprendizaje a nivel universitario en la formación profesional docente de la UNAE, se lo entiende como el poder actuar con los saberes de manera flexible, en situaciones de índole profesional (Herrera et al., 2018); esto sólo se logra interviniendo de distintas maneras sobre problemas reales en los que desde la intuición, los saberes previos, nuevas herramientas teórico-conceptuales y prácticas que se investigan, y un permanente proceso de reflexión individual y con otros, el sujeto se va aproximando a comprensiones más profundas.

Además de garantizar una sólida formación disciplinar y pedagógica, la malla curricular se orienta a favorecer el desarrollo de competencias para la práctica reflexiva y la investigación aplicada en el contexto de trabajo. En la UNAE,

los estudiantes tienen la oportunidad de vivir esa práctica como un proceso de investigación y enfrentar la docencia como una actividad crítica (Modelo de Prácticas Preprofesionales de la UNAE, 2018).

Por ello, los estudios desarrollados en el seno de la UNAE tienen como objeto de estudio el aprendizaje de los estudiantes y la formación integral de docentes investigadores con dominios disciplinares y pedagógicos, para generar y aplicar soluciones al sistema nacional de educación, en base al diagnóstico, la reflexión y elaboración de propuestas educativas en diferentes áreas (Modelo Educativo UNAE, 2015).

A continuación, se aborda el análisis de la oferta educativa de la UNAE.

5.1.1 Plan de estudio de la carrera Educación Infantil

En la carrera EI se estudia el proceso de desarrollo y formación de niños de 0 a 5 años, tomando en su consideración las etapas de maduración y desempeño en los espacios formales y no formales correspondiente a las modalidades de atención y educación en primera infancia.

La formación del docente en EI permite estudiar el proceso educativo y el desarrollo integral de niños menores de 5 años, y tiene como objetivo potenciar su aprendizaje y promover su bienestar mediante experiencias significativas y oportunas que se dan en ambientes estimulantes, saludables y seguros. El objetivo de la carrera es formar profesionales con compromiso ético y docentes de excelencia para el aprendizaje enseñanza de niños entre 0 y 5 años, capaces de analizar, fundamentar, planificar, gestionar, evaluar y retroalimentar planes, programas, proyectos y estrategias educativas y curriculares orientadas a la

prevención y resolución de los problemas en el ámbito educativo, en el marco de la equidad, la inclusión y la innovación pedagógica y social.

En la revisión del plan de estudio se identificaron algunos aportes de las neurociencias, destacando cinco aportaciones fundamentales: la plasticidad cerebral, el aprendizaje a lo largo de la vida, la relevancia del conocimiento implícito, la primacía de las emociones y la inteligencia emocional y la relevancia prioritaria de la motivación para aprender. Se considera importante también crear ambientes de aprendizaje adecuados y tener en cuenta los estilos de aprendizaje de los estudiantes, indicando además que desde la exploración de la relación cerebro - mente, se aporta al desarrollo e innovación de nuevas metodologías de enseñanza, interaprendizaje e investigación.

La importancia de la formación del profesorado en contenidos de neurociencias no se evidencia de manera amplia y específica en el plan de estudio, únicamente se hace referencia a esto en su fundamentación siendo los indicadores muy poco significativos. En el perfil de egreso del profesorado de infantil no se logran identificar competencias relacionadas específicamente sobre la formación en neurociencias, únicamente se menciona que:

Se orienta al desarrollo de competencias profesionales investigativas, docentes y de gestión pedagógica para construir conocimiento en torno a los procesos de aprendizaje de la primera infancia; reconociendo las dimensiones humanas, sociales y culturales del aprendizaje e interpretando los enfoques, teorías y núcleos conceptuales fundamentales de la filosofía, neurociencias, pedagogía e investigación intercultural y las áreas disciplinares de la formación inicial. (Proyecto de la carrera Educación Inicial, UNAE, 2015, p.47)

Aunque no se hayan expresado explícitamente, se considera que las siguientes actividades y funciones a realizar por el profesorado de infantil se lleven a cabo tomando en cuenta los aportes neurocientíficos, las estrategias basadas en evidencia y el pensamiento crítico:

- Realizar actividades de intervención, prevención, evaluación y educación.
- Garantizar un servicio educativo de calidad con base en su preparación humanística, científica y tecnológica.
- Mediar aprendizajes significativos y funcionales, potenciando las habilidades del pensamiento en forma reflexiva, crítica y creativa.

En cuanto al currículo se sostiene que el constructivismo es la teoría del aprendizaje que más ha ayudado a entender los procesos complejos de construcción de la personalidad, ya que el conocimiento se construye activamente por el aprendiz sin recibir pasivamente desde fuera. Se sostiene que los aprendices vienen con una serie de ideas previas, reconociendo que el aprendizaje no se da desde cero, sino que se relaciona con experiencias recibidas de su contexto y cultura.

En el plan de estudio de la carrera de EI (ver Tabla 5.1), existe una sola asignatura denominada *Neurociencia educativa: Cerebro, cognición y aprendizaje*, la cual se encuentra en la unidad de formación básica y se imparte en el segundo año de carrera. Contempla 6 contenidos relacionados con el estudio de la neurociencia y el aprendizaje humano, donde se desarrolla la observación y reflexión sobre el aprendizaje de sí mismo y de los otros, cuyos contenidos se detallarán más adelante en el análisis de las Guías Docentes.

Tabla 5.1*Descripción Curricular de la Carrera Educación Infantil*

Código	Denominación de la asignatura	Unidad de organización curricular	Créditos
1	Sociedad contemporánea y Políticas educativas: Fundamentos, planes y programas	Formación Básica	3
2	Cátedra integradora: Sistemas y contextos educativos	Formación Básica	2
3	Aproximación Diagnóstica de la política educativa en instituciones educativas específicas	Formación Básica	2
4	Investigación educativa: bases teórico-epistemológicas	Formación Básica	2
5	Enseñanza y aprendizaje de la comunicación humana.	Formación Básica	3
6	Introducción a la lectura y escritura académica	Formación Básica	1
7	Asignatura Electiva General	Formación Básica	2
8	Cátedra integradora: Los contextos de los sujetos educativos y el aprendizaje humano	Formación Básica	2
9	Exploración diagnóstica de los contextos familiares y comunitarios de los sujetos educativos y su incidencia en el aprendizaje en instituciones educativas específicas	Formación Básica	2
10	Desarrollo y Aprendizaje infantil	Formación Básica	3
11	Investigación educativa: observación participante	Formación Básica	2
12	Enseñanza y aprendizaje del medio natural, social y cultural I	Formación Básica	2
13	Enseñanza y aprendizaje de la comunicación humana Lengua y Literatura Infantil I	Formación Básica	2
14	Ética e identidad docente: Sociedad, cultura y subjetividad	Formación Básica	1
15	Alfabetización académica: lectura y escritura	Formación básica	1
16	Cátedra Integradora: Modelos Pedagógicos de la EI	Formación Básica	3
17	Aproximación y diagnóstico de modelos pedagógicos aplicados en instituciones de EI: estudio de caso	Formación Básica	2
18	Neurociencia educativa: cerebro, cognición y aprendizaje	Formación Básica	3

19	Investigación educativa: situaciones pedagógicas problemáticas (diseño metodológico)	Formación Básica	2
20	Enseñanza y aprendizaje del medio natural, social y cultural II	Formación Básica	2
21	Enseñanza y aprendizaje de la lengua y literatura infantil II	Formación Básica	2
22	Lectura y Escritura de textos académicos I	Formación Básica	1
23	Cátedra Integradora: Modelos Curriculares contextualizados, flexibles y adaptados a la	Formación Básica	3
24	Aproximación diagnóstica a los modelos curriculares aplicados en instituciones de EI: estudio de caso	Formación Básica	3
25	Evaluación Educativa	Formación Básica	2
26	Investigación educativa: diseño del plan de intervención curricular (PIENSA)	Formación Básica	2
27	Escenarios, contextos y ambientes de aprendizaje: convergencia de medios educativos (Aula invertida y TIC)	Formación Básica	4
28	Lectura y Escritura de textos académicos II	Formación Básica	1
29	Desarrollo integral infantil: Cultura y Crianza consciente	Formación Profesional	4
30	Cátedra Integradora: Diseño y gestión de ambientes de aprendizaje	Formación Profesional	2
31	Diseño y aplicación de modelos curriculares: escenarios, contextos	Formación Profesional	2
32	Investigación educativa: diseño y aplicación de ambientes de aprendizaje (Lesson Study)	Formación Profesional	2
33	Ambiente de aprendizaje para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en EI	Formación Profesional	3
34	Lectura y Escritura de textos académicos III	Formación Profesional	1
35	Cátedra Integradora: Diseño y desarrollo de recursos y estrategias educativas (didáctica) de la EI	Formación Profesional	2
36	Diseño, aplicación y evaluación de recursos y estrategias educativas en centros de EI: estudio e intervención de casos	Formación Profesional	3
37	Investigación educativa: Evaluación, análisis e interpretación de resultados (Estadística y Probabilidad)	Formación Profesional	3
38	Enseñanza y aprendizaje de la psicomotricidad, expresión corporal y movimiento. Juego y aprendizaje	Formación Profesional	3
39	Grupo de escritura de textos académicos I	Formación	1

		Profesional	
40	Asignatura Electiva de Profundización	Formación Profesional	3
41	Diseño y desarrollo de procesos de enseñanza personalizada: Inclusión infantil	Formación Profesional	3
42	Inclusión, diversidad e interculturalidad en instituciones educativas	Formación Profesional	3
43	Investigación educativa: Investigación Acción Participativa	Formación Profesional	2
44	Juego y aprendizaje mediante la expresión artística infantil	Formación Profesional	5
45	Grupo de escritura de textos académicos II	Formación Profesional	1
46	Cátedra Integradora: Organización de centros infantiles, Comunidades de aprendizaje y participación	Formación Profesional	3
47	Diseño, aplicación y evaluación de Modelos de intervención educativa comunitaria (Interacciones escuela-familia- comunidad). Estudio e intervención de casos centros infantiles	Formación Profesional	3
48	Investigación educativa: Diseño del Trabajo de Integración Curricular	Integración curricular	3
49	Escritura del protocolo del proyecto de integración curricular	Formación Profesional	1
50	Asignatura Electiva de Postgrado	Formación Profesional	4
51	Cátedra Integradora: evaluación y sistematización de la práctica educativa	Formación Profesional	3
52	Desarrollo profesional docente	Formación Profesional	3
53	Evaluación y sistematización de la práctica educativa	Formación Profesional	4
54	Investigación educativa: Implementación y evaluación del trabajo de integración curricular. Elaboración del informe	Integración Curricular	5

Es preocupante que toda la formación de los futuros profesores no se base en ninguno de los 3 modelos establecidos (Solbes, 2024). El primer modelo se establece cuando se inician los sistemas educativos en el siglo XIX y se consideraba que el profesorado debería conocer únicamente las materias o

disciplinas a impartir. A mediados del siglo XX surge el segundo modelo cuando empieza a ponerse en cuestión la idea de que basta con el conocimiento disciplinar (CD) (Dewey, 1945), que considera que la formación se basa en la suma de conocimientos disciplinares (CD) y conocimientos pedagógicos (CP). El tercer modelo es el de Shulman (1987) que introdujo el concepto de Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), como un componente central del conocimiento base del profesorado, junto a los conocimientos pedagógicos (CP) y los conocimientos disciplinares (CD).

En la carrera EI toda la formación se centra conocimientos pedagógicos (CP), salvo unos escasos créditos de CDC: Enseñanza y aprendizaje del medio natural, social y cultural I y II con 4 créditos, Enseñanza y aprendizaje de la comunicación humana y Enseñanza y aprendizaje de la lengua y literatura infantil I y II, con 7 créditos, Enseñanza y aprendizaje de la psicomotricidad, expresión corporal y movimiento, con 3 créditos, Juego y aprendizaje mediante la expresión artística infantil, con 5 créditos y Ambiente de aprendizaje para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en EI, con 3 créditos, que suman 22 créditos sobre un total de 132, correspondiendo únicamente el 16,6% de los créditos para el estudio del CDC.

En la descripción curricular de EI únicamente el 3% aborda la didáctica del medio natural, social y cultural, el 5,3% corresponde a la didáctica de la comunicación y el lenguaje, para la enseñanza de la psicomotricidad un 2,3%, en cuanto a la expresión artística y el juego un 3,8%, para y para el pensamiento lógico matemático 2,3%. Con estos resultados tan escasos de créditos asignados para el CDC, se compromete gravemente el quehacer docente y la

calidad de la enseñanza, puesto que no hay contenidos suficientes para garantizar la relación adecuada entre lo que se enseña y cómo se enseña.

5.1.2 Plan de estudio de la carrera Educación Primaria

La carrera EP busca formar profesionales con compromiso ético y docentes de excelencia para la enseñanza - aprendizaje de los niños de 5 a 14 años. Estos profesionales son capaces de investigar, analizar, fundamentar, planificar, gestionar, evaluar y retroalimentar planes, programas, proyectos y estrategias educativas y curriculares interculturales orientadas a la prevención y resolución de los problemas en el ámbito educativo, en el marco de la equidad, la inclusión y la innovación pedagógica y social.

Dentro del plan de estudio (ver Tabla 5.2) se identificaron algunas aportaciones de las neurociencias en la educación, tales como el reconocimiento de que el aprendizaje sucede cuando los factores personales, el ambiente y la conducta se influyen mutuamente, produciendo cambios permanentes en las estructuras cognitiva, moral, motivacional y física del ser humano (plasticidad cerebral), reconociendo que el aprendizaje humano involucra las experiencias previas y es el resultado de la interacción de la persona con el entorno que lo rodea. (Proyecto de la carrera Educación Básica, UNAE, 2015).

Por otra parte, el “aprender a aprender”, implica concebir el conocimiento como un proceso de construcción inacabado que acontece en aproximaciones sucesivas a los objetos de estudio que es organizado y regulado por el aprendiz (metacognición), se apoya la idea de que la motivación intrínseca es la clave para provocar un aprendizaje relevante y sostenible a lo largo de la vida. Se recalca la importancia de la influencia de las emociones en el aprendizaje, el

control emocional y la autorregulación del aprendizaje. Finalmente, se reconoce que los estudios de la mente, cerebro y educación aportan al desarrollo e innovación de metodologías, ya sea en el interaprendizaje como en la investigación. (Proyecto de la carrera Educación Básica, UNAE, 2015).

La importancia de la formación del profesorado en contenidos de neurociencias se evidencia en el proyecto de carrera puesto que al ser el aprendizaje una función cognitiva fundamental para el desarrollo integral del ser humano se encuentra relacionado con la educación, involucrando a la neuropsicología, la psicología educativa y la pedagogía, entre otras disciplinas. (Proyecto de la carrera Educación Básica, UNAE, 2015).

El perfil de salida del docente de primaria recalca entre sus múltiples habilidades las siguientes, relacionadas específicamente sobre la formación en neurociencias:

- Define y caracteriza el aprendizaje como componente psicosocial de la educación y su vinculación con el desarrollo neuro-psico-socioafectivo del ser humano.
- Integra y establece relaciones entre la educación y los aportes de la investigación en neurociencia cognitiva.
- Explora la relación entre cerebro – mente- educación para el aporte al desarrollo e innovación de metodologías múltiples en contextos diversos.
- Analiza, basado en evidencias, estrategias y métodos eficaces para fomentar en el estudiante la autorregulación emocional e intelectual.

Se determina también, que una de las funciones para el ejercicio de la profesión del profesorado de primaria es: diseñar clases efectivas con base en el dominio

pedagógico, neurocientífico y disciplinar, adaptado a las necesidades e intereses de cada estudiante. De aquí la importancia de desarrollar el pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado, para que sean capaces de realizar cuestionamientos sobre estrategias didácticas que carezcan de evidencia científica, priorizando el uso de aquellas estrategias de enseñanza, retroalimentación y evaluación que cuenten con respaldo científico.

En cuanto a las estrategias metodológicas se reconoce la importancia del principio “Aprender haciendo” a través del aprendizaje basado en problemas, casos y proyectos. Reconstruir los esquemas y hábitos conscientes e inconscientes, requiere la experiencia, las vivencias reflexionadas, contrastadas y reformuladas, más allá de los meros intercambios verbales, teóricos, proclamados. La indagación, la investigación, la experimentación, la acción y la reflexión sobre la acción constituyen las estrategias metodológicas privilegiadas que se consolidan a través del desarrollo de la “Lesson Study”.

En la guía de estudios de la carrera EP, existen dos asignaturas que contemplan contenidos relacionados con la neurociencia y el aprendizaje humano, estas asignaturas se encuentran en la unidad de formación básica, es decir que se imparten en los primeros dos años de carrera. Estas asignaturas son: *Neurociencia educativa y aprendizaje humano* y *Aprendizaje humano y mente consciente (emociones, memoria, razonamiento y lenguaje)*.

En cuanto a los contenidos específicos, en la carrera EP hay 18 contenidos relacionados con la neurociencia educativa y el aprendizaje humano, los cuales se detallarán en el análisis de las Guías Docentes.

Tabla 5.2*Descripción Curricular de la Carrera Educación Básica*

Código	Denominación de la asignatura	Unidad de organización curricular	Créditos
1	Sociedad contemporánea y políticas educativas	Formación básica	4
2	Cátedra integradora: Sistemas y contextos educativos	Formación básica	3
3	Investigación educativa: bases teórico - epistemológicas	Formación básica	2
4	Enseñanza y aprendizaje de la comunicación humana	Formación básica	5
5	Introducción a la lectura y escritura	Formación básica	1
6	Neurociencia educativa y aprendizaje humano	Formación básica	4
7	Cátedra integradora: los contextos de los sujetos educativos y el aprendizaje humano	Formación básica	3
8	Investigación educativa: enfoques cualitativos, cuantitativos, mixtos	Formación básica	2
9	Enseñanza y aprendizaje de los estudios sociales	Formación básica	5
10	Introducción a la lectura y escritura académica	Formación básica	1
11	Aprendizaje humano y mente consciente (emociones, memoria, razonamiento y lenguaje)	Formación básica	4
12	Cátedra Integradora: Diseño y Desarrollo de Modelos Pedagógicos (Metodologías, medios, estrategias, trayectorias y valores de aprendizaje)	Formación básica	2
13	Aproximación y diagnóstico de modelos pedagógicos aplicados en instituciones educativas	Formación básica	2
14	Investigación educativa: la investigación en Educación General Básica I	Formación básica	2
15	Enseñanza y aprendizaje de la lengua I	Formación básica	4
16	Taller de escritura de textos académicos I	Formación básica	1
17	Modelos educativos y curriculares Fundamentos, enfoques históricos de pensamiento y valores.	Formación básica	4
18	Cátedra Integradora: Diseño, fundamentación y evaluación de modelos curriculares contextualizados, flexibles y adaptados	Formación básica	2
19	Aproximación diagnóstica a los modelos curriculares aplicados en instituciones educativas	Formación básica	3
20	Investigación educativa: la investigación en Educación General Básica II	Formación básica	2
21	Enseñanza y aprendizaje de la lengua II	Formación básica	3
22	Taller de escritura de textos académicos II	Formación básica	1

23	Convergencia de medios educativos: el aula invertida, las TIC y los ambientes de aprendizaje.	Formación profesional	3
24	Cátedra Integradora: Fundamentación y Diseño de ambientes de aprendizaje	Formación profesional	2
25	Investigación educativa: métodos mixtos para la investigación en Educación General Básica I	Formación profesional	2
26	Diseño y aplicación de modelos curriculares: escenarios, contextos y ambientes de aprendizaje en Educación General Básica	Formación profesional	3
27	Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales	Formación profesional	4
28	Taller de escritura de textos académicos III	Formación profesional	1
29	Cátedra integradora: Diseño y desarrollo de recursos y estrategias educativas (Didáctica)	Formación profesional	2
30	Diseño, evaluación y aplicación de recursos y estrategias educativas	Formación profesional	4
31	Investigación educativa: métodos mixtos para la investigación en Educación General Básica II	Formación profesional	2
32	Taller de escritura de textos académicos IV	Formación profesional	1
33	Enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas	Formación profesional	4
34	Electiva de profundización I	Formación profesional	2
35	Cátedra integradora: Diseño, desarrollo y evaluación de procesos de enseñanza personalizada	Formación profesional	3
36	Inclusión, diversidad e interculturalidad en instituciones educativas	Formación profesional	4
37	Proyectos de investigación educativa	Formación profesional	2
38	Taller de escritura de textos académicos V	Formación profesional	1
39	Álgebra y trigonometría	Formación profesional	3
40	Enseñanza y aprendizaje de la literatura I	Formación profesional	3
41	Seguridad, salud, nutrición infantil y entorno familiar	Formación profesional	3
42	Electiva de profundización II	Formación profesional	2
43	Cátedra integradora: Organización y gestión escolar: Comunidades de aprendizaje y participación	Formación profesional	2

44	Diseño, aplicación y evaluación de modelos de intervención educativa comunitaria (Interacciones escuela, familia, comunidad). Estudio e intervención	Formación profesional	3
45	Procesos de investigación educativa	Formación profesional	2
46	Taller de escritura y apoyo académico para la integración curricular I	Integración curricular	1
47	Enseñanza y aprendizaje de la lengua III	Formación profesional	4
48	Estadística y probabilidad	Formación profesional	4
49	Enseñanza y aprendizaje de la psicomotricidad	Formación profesional	4
50	Electiva de profundización III	Formación profesional	3
51	Evaluación educativa	Formación profesional	3
52	Cátedra integradora: Evaluación y sistematización de la práctica educativa	Formación profesional	2
53	Evaluación y sistematización de la práctica educativa: desarrollo de modalidad de integración curricular	Integración Curricular	5
54	Taller de escritura y apoyo académico para la integración curricular II	Integración Curricular	1
55	Enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas II	Formación profesional	4
56	Enseñanza y aprendizaje de la literatura II	Formación profesional	4
57	Desarrollo integral infantil	Formación profesional	4

Si la situación resultaba preocupante en EI, aquí en el profesorado que forma al alumnado de 6 a 14 años es alarmante. Sólo se encuentran 2 asignaturas de CD Álgebra y trigonometría de 3 créditos y Estadística y probabilidad de 4. En CDC encontramos Enseñanza y aprendizaje de la lengua I, II y III con 11 créditos, Enseñanza y aprendizaje de la literatura I y II con 7, Enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas I y II, con 8 créditos. Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales con 4 créditos y Enseñanza y aprendizaje de los estudios sociales, con 5, que suman 42 créditos sobre un total de 153. Aunque

el programa curricular contempla este total de créditos, de acuerdo a los itinerarios existentes (Matemáticas y Lengua y Literatura), los estudiantes cumplen únicamente con 135 créditos en su formación profesional.

En resumen, 7 créditos de Matemáticas (5,2 %) y 8 de su didáctica (5,9 %), 18 de didáctica de la lengua y la literatura (13,3 %), 5 de didáctica de sociales (3,7 %) y 4 de didáctica de las ciencias naturales (un 3% de la carrera). Es decir, un 5,2 % de CD y un 25,9 % de CDC, con esos escasos créditos de didáctica de las ciencias es imposible formar un profesorado que pueda conseguir una mínima alfabetización científica.

5.1.3 Plan de estudio de la carrera Educación Especial

La carrera de Educación Especial (EE) busca formar docentes de excelencia para la enseñanza - aprendizaje de niños de 3 a 14 años que se educan en se educan en instituciones con orientación inclusiva, así como de aquellos otros que se educan en instituciones específicas. Esta carrera aborda el estudio de la diversidad, siendo su objeto de estudio el aprendizaje humano. El objetivo de la carrera es formar docentes investigadores con dominios disciplinares y pedagógicos que generen y apliquen propuestas educativas que beneficien los procesos de enseñanza aprendizaje de niños que se encuentren en situaciones de vulnerabilidad (Proyecto de la carrera Educación Especial, UNAE, 2015).

En esta carrera se espera que los profesionales que se formen sean capaces de investigar, analizar, fundamentar, planificar, gestionar, evaluar y retroalimentar planes, programas, proyectos y estrategias educativas y curriculares, orientadas a la prevención y resolución de los problemas en el ámbito educativo, en el marco de la equidad, la inclusión y la innovación

pedagógica y social. Se proyecta al educador como un aplicador crítico de los instrumentos de la disciplina pedagógica en espacios contextualizados, en donde cuyas aportaciones y descubrimientos sirven para sustentar la calidad de la educación (Proyecto de la carrera Educación Especial, UNAE, 2015).

Se considera que el conocimiento es inacabado, que es un proceso y un producto socialmente construido, en donde entran en juego los saberes, conocimientos tácitos y estructuras valóricas que transforman los conocimientos existentes y crean nuevos. Es decir que, la cognición humana parte de las ideas personales del aprendiz como respuesta a su relación con el mundo exterior; todo lo que se produce como conocimiento es resultado de una combinación de sentimientos, procesos del intelecto, esquemas y asociaciones, representaciones mentales, etc., que se usan para resolver problemas, a partir de las cuales se construyen estructuras personales de significados.

Los fundamentos didácticos de la carrera son el constructivismo, que sugiere que los aprendices crean sus conocimientos mientras tratan de comprender sus experiencias, reconociendo al aprendiz como un sujeto activo, dinámico, responsable de su propio aprendizaje. Por otra parte, el conectivismo (Siemens, 2006) consiste en la aplicación de los principios de redes, en donde la información es un nodo en tanto que el conocimiento es una conexión. Por lo que el conocimiento se expresa en la oportunidad de crear nuevas conexiones y patrones, además de la capacidad para maniobrar alrededor de redes/patrones existentes (Proyecto de la carrera Educación Especial, UNAE, 2015).

En el plan de estudios (ver Tabla 5.3) se recalcan algunos aportes de las neurociencias centrados en el aprendizaje humano; que, desde la perspectiva de la teoría cognitiva - social, se da cuando los factores personales, el ambiente

y la conducta, se influyen de forma mutua produciendo cambios permanentes en las estructuras cognitiva, moral, motivacional y física del ser humano. Este aprendizaje involucra también a las experiencias adquiridas, respondiendo de manera adecuada a situaciones que demandan la aplicación de determinado aprendizaje. Otros aportes que se reconocen son el aprendizaje a lo largo de la vida, la metacognición y la mediación docente. Aunque se evidencian algunos aportes, no se logra explicitar la importancia de la formación en neurociencias y cómo estos conocimientos aportan a la EE.

En el plan de estudio de la carrera EE, existe una sola asignatura que contempla contenidos relacionados con el estudio de la neurociencia, esta asignatura se encuentra en la unidad de formación básica en el primer año de carrera, donde se desarrolla la observación y reflexión sobre el aprendizaje de sí mismo y de los otros, esta asignatura es: *Neurociencia y Aprendizaje Humano*. En cuanto a los contenidos específicos, en la carrera de EE hay 9 contenidos relacionados con la neurociencia educativa y el aprendizaje humano, los cuales se detallarán en el siguiente apartado.

Adicionalmente únicamente en la asignatura *Fundamentos de metodología en Logopedia e intervención en las alteraciones del componente articulatorio*, se aborda un contenido relacionado con los fundamentos neurológicos de las condiciones específicas relacionadas con los problemas de lenguaje (*Fundamentos anatómicos, fisiológicos, neurológicos y psicológicos del lenguaje y la comunicación*).

Las principales metodologías que se emplean para la enseñanza que se mencionan en este plan de estudios son: la investigación acción, el aprendizaje basado en problemas, enseñanza por descubrimiento, estudio de casos, modelo

operacional y el aula invertida. Con las que se espera que el estudiantado tenga aprendizajes significativos en los cuales se involucre de manera activa y haga evidente sus capacidades para desarrollar pensamiento crítico, reflexionar sobre sí mismos y sus aprendizajes, dominar y comprender los contenidos disciplinares, ser automotivados y responsables con sus estudios, estar dispuestos a seguir aprendiendo y mantener el interés por colaborar en la búsqueda del bien colectivo.

Tabla 5.3

Organización Curricular de la Carrera Educación Especial

Código	Denominación de la asignatura	Unidad de Organización Curricular	Créditos
1	La diversidad en las sociedades contemporáneas y las políticas	Formación Básica	3
2	Cátedra integradora: sistemas educativos ante la diversidad	Formación Básica	3
3	Aproximación diagnóstica de las políticas educativas de orientación inclusiva en el ámbito educativo de instituciones específicas	Formación Básica	1
4	Investigación educativa: bases teórico-epistemológicas	Formación Básica	2
5	El desarrollo de la comunicación humana	Formación Básica	4
6	Educación intercultural para la inclusión	Formación Básica	2
7	Cátedra integradora: contextos educativos ante la diversidad	Formación Básica	3
8	Análisis de la situación y necesidades de los contextos grupales familiares y comunitarios	Formación Básica	1
9	Investigación educativa: observación participante. Historias de vida	Formación Básica	2
10	Taller de la comunicación oral y escrita	Formación Básica	1
11	Modelos de apoyo inclusivo	Formación Básica	3
12	Neurociencia y aprendizaje humano	Formación Básica	5
13	Cátedra integradora: diseño y desarrollo de proyectos pedagógicos inclusivos	Formación Básica	3

14	Procesos de innovación educativa y mejora para responder a la diversidad	Formación Básica	3
15	Modelos pedagógicos y curriculares para la inclusión	Formación Básica	2
16	Aproximación y diagnóstico de modelos pedagógicos aplicados en instituciones educativas	Formación Básica	2
17	Investigación educativa: situaciones pedagógicas problemáticas	Formación Básica	2
18	Enseñanza aprendizaje de la lengua	Formación Básica	3
19	Cátedra integradora: diseño y evaluación de modelos curriculares contextualizados, flexibles y adaptados	Formación Básica	2
20	Enseñanza aprendizaje del medio social- artístico y cultural	Formación Básica	3
21	Aproximación diagnóstica a los modelos curriculares aplicados en instituciones educativas.	Formación Básica	3
22	Investigación educativa: diseño del plan de intervención curricular	Formación Básica	2
23	Estrategias organizativas, metodológicas y de evaluación para la diversidad en el aula	Formación Básica	4
24	Taller de lectura y escritura de textos	Formación Básica	1
25	Escenarios, contextos y ambientes de aprendizaje: convergencia de los medios educativos	Formación Profesional	5
26	Cátedra integradora: diseño y gestión de ambientes de aprendizaje	Formación Profesional	2
27	Investigación educativa: diseño y aplicación de ambientes de aprendizaje (Lesson Study)	Formación Profesional	1
28	Diseño y aplicación de modelos curriculares: escenarios, contextos y ambientes de aprendizaje	Formación Profesional	3
29	Enseñanza aprendizaje del medio natural	Formación Profesional	2
30	Taller de escritura del plan de investigación	Formación Profesional	2
31	Enseñanza aprendizaje de las matemáticas	Formación Profesional	4
32	Catedra integradora: diseño y desarrollo de procesos de identificación de necesidades educativas	Formación Profesional	2
33	Diseño, aplicación y evaluación de recursos y estrategias educativas en instituciones escolares	Formación Profesional	3
34	Investigación educativa: evaluación, análisis e interpretación de resultados	Formación Profesional	2
35	Atención temprana, categorías y necesidades educativas especiales	Formación Profesional	2

36	Taller de lectura y escritura sobre la interpretación y reflexión de la investigación	Formación Profesional	2
37	Las instituciones escolares y sus programas educativos ante las discapacidades I	Formación Profesional	3
38	Cátedra integradora: procesos de identificación y asesoramiento de necesidades educativas de estudiantes con discapacidades I	Formación Profesional	2
39	Investigación educativa en el ámbito de la discapacidad: IAP	Formación Profesional	2
40	Taller de escritura del plan de investigación	Formación Profesional	2
41	Programas de intervención para sujetos con discapacidad intelectual y del desarrollo	Formación Profesional	3
42	Psicomotricidad y deporte adaptado	Formación Profesional	3
43	La intervención logopédica en las alteraciones de la voz, del ritmo y la fluencia verbal	Formación Profesional	3
44	Fundamentos de metodología en logopedia e intervención en las alteraciones del componente articulatorio	Formación Profesional	3
45	La discapacidad visual y su atención pedagógica	Formación Profesional	3
46	Tiflotecnología y el sistema braille	Formación Profesional	3
47	Cátedra integradora: procesos de identificación y asesoramiento de necesidades educativas de estudiantes con discapacidades II	Formación Profesional	2
48	Investigación educativa: diseño del trabajo de integración curricular en el Ámbito de la discapacidad	Integración curricular	2
49	Taller de escritura del plan de investigación	Integración curricular	3
50	Las instituciones escolares y sus programas educativos ante las discapacidades II	Formación Profesional	4
51	Intervención para la autonomía y la vida independiente de estudiantes con trastornos del espectro autista	Integración Profesional	2
52	La intervención logopédica en las alteraciones del lenguaje estructurado y del desarrollo	Formación Profesional	2
53	La discapacidad auditiva	Formación Profesional	2
54	La atención a la discapacidad. Una mirada desde la escuela inclusiva	Formación Profesional	2
55	Organización y construcción de planes y modelos inclusivos en instituciones específicas	Formación Profesional	2
56	El aula inclusiva. Su organización y estrategias de enseñanza aprendizaje	Formación Profesional	3

57	Proyectos de innovación educativa y socioeducativa dirigidos a la diversidad	Formación Profesional	3
58	Cátedra integradora: procesos de identificación y asesoramiento de necesidades educativas de estudiantes con discapacidades III	Formación Profesional	3
59	Las instituciones escolares y sus programas educativos ante las discapacidades III	Formación Profesional	3
60	Programas de intervención a estudiantes con parálisis cerebral	Formación Profesional	3
61	Sistemas alternativos y aumentativos de la comunicación	Formación Profesional	3
62	Autonomía personal y transición a la vida adulta independiente de sujetos con discapacidad visual-auditiva	Formación Profesional	3
63	Titulación: implementación y evaluación del trabajo de integración curricular	Integración curricular	3

Nota: En la descripción curricular constan un total de 63 asignaturas pues aparecen el total de asignaturas de los tres itinerarios (logopedia, sensorial y discapacidad intelectual) y el total de las asignaturas electivas de octavo y noveno. Cada estudiante solo cursa 53 asignaturas (Plan de estudio de la carrera Educación Especial, UNAE, 2015)

A continuación, se detallan las asignaturas que se consideran CDC: Enseñanza aprendizaje de la lengua, con 3 créditos, Enseñanza aprendizaje del medio social - artístico y cultural, con 3 créditos, Enseñanza aprendizaje del medio natural, con 2 créditos y Enseñanza aprendizaje de las matemáticas, con 4 créditos para un total de 12 créditos. El programa curricular íntegro contempla 162 créditos, sin embargo, por itinerario (Logopedia, Discapacidad Intelectual o Discapacidad Sensorial) los estudiantes cumplen únicamente con 135 créditos en su formación profesional, en base a lo cual se realizan los siguientes cálculos.

En resumen, la enseñanza de la lengua corresponde al 2,2% del programa, al igual que del medio social - cultural – artístico. A la enseñanza del medio natural le corresponde el 1,5% y a la enseñanza de las matemáticas el 3%. Es decir, que únicamente un 8,9% del programa curricular corresponde a CDC, situación que preocupa puesto que los docentes en formación no están

recibiendo el contenido necesario para abordar los desafíos relacionados con la enseñanza en los diferentes contextos de aprendizaje.

La carrera EI la conforman 54 asignaturas de las cuales solamente 1 está relacionada con el estudio de las neurociencias, al igual que la carrera EE que está conformada por 53 asignaturas. En la carrera EP de 57 asignaturas, solamente 2 abordan su estudio. Por lo tanto, se concluye que el estudio de las neurociencias en la formación inicial de los docentes en la UNAE corresponde a menos del 3% del diseño curricular.

Aunque los planes de estudio en las carreras de la UNAE contemplan asignaturas que abordan el cerebro, su funcionamiento y su impacto en el aprendizaje, el componente curricular resulta muy limitado y con pocas implicaciones tanto en la educación como en la práctica docente, lo cual respalda nuestra hipótesis.

También preocupa que al ser carreras netamente de formación pedagógica, únicamente EP aborde una única asignatura relacionada con la didáctica general con apenas 2 créditos, lo cual llama la atención pues se puede prever un importante desconocimiento sobre esta ciencia fundamental en la formación de docentes.

Además, sin el abordaje suficiente de las didácticas específicas: EI con el 16,6% de su currículo, EP con el 25,9% y EE con apenas el 8,9%, es un riesgo eminente de que el uso de los métodos genéricos no genere aprendizajes significativos en el estudiantado, especialmente de los temas complejos que requieren asumir una postura crítica como es el caso de los contenidos relacionados con las neurociencias. Cuando un currículo minimiza la didáctica del contenido esto puede colocar al profesorado únicamente en un rol técnico

(solo transmisión de contenidos), que no permite que este sea crítico y autorreflexivo con respecto a su práctica y los contenidos que enseña, Zeichner (1993) considera que la formación docente debe fomentar una actitud investigadora, crítica y situada en la práctica.

5.2 ANÁLISIS DE LAS GUÍAS DOCENTES DE LAS ASIGNATURAS QUE ABORDAN CONTENIDOS SOBRE NEUROCIENCIAS

El sílabo es el equivalente en Ecuador de la Guía Docente de España. Las diversas asignaturas relacionadas con las neurociencias comparten ciertas características: forman parte de la unidad de formación básica y pertenecen al campo de formación teórica. En EI se la imparte en segundo año, a diferencia de EP y EE que se las imparte durante el primer año, existiendo también algunas diferencias significativas en su nomenclatura, contenidos, resultados de aprendizaje y número de horas, debido a los perfiles de salida propios de cada carrera.

5.2.1 Análisis de la guía docente de Educación Infantil

La asignatura *Neurociencia Educativa: cerebro, cognición y aprendizaje*, está compuesta por 144 horas (3 créditos) y 3 horas semanales para el aprendizaje en contacto con el docente, tiene como prerrequisito la asignatura Desarrollo y aprendizaje infantil. El objetivo de la asignatura es que los estudiantes adquieran, analicen, elaboren y apliquen conocimientos teóricos fundamentales en el campo de la Neurociencia Educativa, Cerebro, Cognición y Aprendizaje; ya que estos conocimientos son esenciales para comprender cómo la construcción de la mente consciente de la persona en su proceso de aprendizaje, así como para entender los procesos cognitivos involucrados en el

aprendizaje (Sílabo de la asignatura Neurociencia Educativa: cerebro, cognición y aprendizaje, Educación Inicial, UNAE, 2023).

La asignatura aporta contenidos basados en principios teóricos básicos de la neurociencia, la psicología cognitiva, del aprendizaje y de la personalidad, a fin que los estudiantes comprendan: a) los aportes de las investigaciones de la neurociencia a la educación inicial; b) la cognición y metacognición y procesos mentales del conocimiento; c) el desarrollo de las habilidades cognitivas.; d) el aprendizaje humano, personalidad y subjetividad; e) la importancia de emociones y afectividad en el proceso pedagógico y f) las metodologías y estrategias lúdicas para el aprendizaje basadas en el estudio del cerebro, mente y educación (Sílabo de la asignatura Neurociencia Educativa: cerebro, cognición y aprendizaje, Educación Inicial, UNAE, 2023).

Los contenidos mínimos de la asignatura son los siguientes:

- Aportes de las investigaciones de la neurociencia a la educación inicial.
- Estudio de la cognición y metacognición y procesos mentales del conocimiento.
- Desarrollo de las habilidades cognitivas.
- Aprendizaje humano, personalidad y subjetividad.
- Metodologías y estrategias lúdicas para el aprendizaje basadas en el estudio del cerebro, mente y educación.
- Importancia de emociones y afectividad en el proceso pedagógico.

La asignatura plantea los siguientes resultados de aprendizaje:

- Integra y establece relaciones entre la educación y los aportes de la investigación en neurociencia cognitiva.

- Explora la relación entre cerebro – mente- educación para el aporte al desarrollo e innovación de metodologías múltiples en contextos diversos.
- Identifica y analiza experiencias de aprendizaje significativo: personalidad y subjetividad.
- Analiza la organización de los aprendizajes; según los ambientes y contextos de aprendizaje.

En la Tabla 5.4, se detalla la organización de la asignatura en 3 unidades didácticas.

Tabla 5.4

Contenidos de las Tres Unidades Didácticas de la Asignatura Neurociencia Educativa: Cerebro, Cognición y Aprendizaje

Unidad 1. Aportes de las investigaciones de la neurociencia a la Educación Inicial
1.1 Aportes de las investigaciones de neurociencia a la educación inicial: • Estructura del sistema nervioso: SNC, neuronas, circuitos y redes neuronales. • Regiones cerebrales. • Especialización hemisférica • El neurodesarrollo • Neuroplasticidad y su relación con la educación • Neuromitos educativos en educación inicial. 1.2 Aprendizaje humano, personalidad y subjetividad en la primera infancia. 1.3 Importancia de emociones y afectividad en el proceso pedagógico.
Unidad 2. Relación entre el cerebro - mente y educación para el aporte en el desarrollo e innovación de metodologías múltiples en contextos diversos

2.1 Estudio de la cognición y metacognición y procesos mentales del conocimiento.

- Procesos cognitivos básicos.
- Procesos cognitivos superiores.
- Metacognición

Unidad 3. Metodologías y estrategias lúdicas para el aprendizaje basadas en el estudio del cerebro, mente y educación

3.1 Desarrollo de las habilidades cognitivas.

3.2 Metodologías y estrategias para el aprendizaje basadas en el estudio del cerebro, mente y educación.

La asignatura tiene un enfoque interdisciplinar con respecto a la didáctica y a la comprensión de los procesos de enseñanza aprendizaje para poder llevar a cabo mejoras significativas en la calidad de las intervenciones educativas en diferentes contextos (Sílabo de la asignatura Neurociencia Educativa: cerebro, cognición y aprendizaje, Educación Inicial, UNAE, 2023), sin embargo, en las actividades planteadas no se evidencian tareas relacionadas con su aplicación en el practicum.

Dentro de las metodologías para la enseñanza está el aprendizaje basado en investigación, aprendizaje basado en proyectos, círculos de lectura, aula invertida, debates grupales, el trabajo colaborativo, no se especifica directamente el aprendizaje por indagación. Se contemplan la autoevaluación, coevaluación y la heteroevaluación utilizando rúbricas, escalas de valoración, listas de cotejo y cuestionarios. Como tareas están la realización de exposiciones, elaboración de resúmenes, maquetas, infografías y un cuadernillo digital de estrategias, con actividades individuales y grupales.

Aunque en el plan de estudio en los contenidos mínimos no se especifica uno relacionado directamente con los neuromitos, en la guía docente sí se indica que se estudian los neuromitos educativos en educación inicial, dedicando 3 periodos a su revisión.

Las referencias bibliográficas básicas son aquellos textos y documentos que se pueden encontrar en la biblioteca y bases de datos de la universidad. Las referencias bibliográficas complementarias son aquellas referencias que se descargan de repositorios externos a la UNAE.

Esta guía docente contempla 14 referencias bibliográficas básicas, donde la más antigua corresponde a 2010 y la más actual 2023. Se puede evidenciar que las temáticas transitan mayormente por bibliografía relacionada con la neurociencia, la neuroeducación, la psicología infantil y los neuromitos. Dentro de los principales autores se encuentran: Howard Jones, profesor de neurociencia y educación en la Universidad de Bristol, con sus aportes desde la investigación neuroeducativa y otros autores contemporáneos que abordan la neurociencia y su aplicación en la educación como: David Bueno (Doctor en Biología, profesor e investigador en la Sección de Genética Biomédica Evolutiva del Desarrollo de la Universidad de Barcelona); Anna Forés (Pedagoga, Directora de la cátedra de Neuroeducación y profesora del Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universidad de Barcelona); Alexander Ortiz (Doctor en ciencias Pedagógicas y profesor de la Universidad del Magdalena dedicado al Desarrollo Humano y Crecimiento Personal); Jesús Guillén (Astrofísico, investigador y profesor del postgrado de neuroeducación de la Universidad de Barcelona); David Sousa (Doctor en Educación y consultor en neurociencia cognitiva -aunque poco reconocido en

el ámbito académico); Aldo Ocampo (Doctor en Educación y Director Fundador del Centro de Estudios Latinoamericanos de Educación Inclusiva, especializado en la teoría crítica de la educación inclusiva, entre otros). Aunque hay autores reconocidos por su trayectoria en investigación en neuroeducación, algunos de ellos son muy difundidos por Internet, pero no expertos en neurociencias.

5.2.2 Análisis de las guías docentes de Educación Primaria

En esta carrera existen dos asignaturas que se pueden relacionar con las neurociencias: “*Neurociencia Educativa y Aprendizaje Humano*” y “*Aprendizaje humano y mente consciente (emociones, memoria, razonamiento y lenguaje)*”.

La primera asignatura, *Neurociencia Educativa y Aprendizaje Humano* está compuesta por 192 horas (4 créditos) y 4 horas académicas semanales para el aprendizaje en contacto con el docente. La asignatura es de carácter teórico y su objetivo es analizar, crear, aplicar y evaluar los conocimientos teóricos básicos del desarrollo neuro-psico-socioafectivo del ser humano, la interacción entre sujeto y el contexto en la construcción de los aprendizajes sustentados desde la neurociencia y las teorías del aprendizaje. Su objetivo es adquirir, analizar, elaborar y aplicar conocimientos teóricos básicos del desarrollo y aprendizaje humano, a fin de comprender las relaciones funcionales que soportan los procesos psicológicos (cognoscitivos) del aprendizaje, además de los aportes de la neurociencia a la educación desde la comprensión de la estructura y funcionamiento cerebral (Sílabo de la asignatura Neurociencia Educativa y Aprendizaje Humano, Educación Básica, UNAE, 2023).

Los contenidos mínimos de la asignatura son los siguientes:

- Modelos, tendencias y teorías de enseñanza - aprendizaje.
- Aprendizaje significativo y sus dimensiones.
- Visión ecológica del desarrollo humano.
- Aportes de las investigaciones de la neurociencia a la educación.
- Desarrollo de las habilidades cognitivas.
- Educación, aprendizaje y desarrollo humano.
- Componentes del aprendizaje, condiciones potenciadoras del aprendizaje escolar.
- Dimensiones del ser humano.

La asignatura plantea los siguientes resultados de aprendizaje:

- Caracteriza el aprendizaje significativo, analiza y proyecta experiencias y alternativas para su desarrollo en la Educación Primaria.
- Identifica y analiza experiencias de aprendizaje significativo; sus principios, características contextuales, procesos fundamentales.
- Valora críticamente y reconoce las características positivas y las limitaciones de modelos, tendencias y teorías del aprendizaje.
- Define y caracteriza el aprendizaje como componente psicosocial de la educación y su vinculación con el desarrollo neuro-psico-socioafectivo del ser humano.
- Analiza la organización de los aprendizajes; según los ambientes y contextos de aprendizaje.
- Integra y establece relaciones entre la educación y los aportes de la investigación en neurociencia cognitiva.

- Explora la relación entre cerebro – mente – educación para el aporte al desarrollo e innovación de metodologías múltiples en contextos diversos.
- Reconoce el papel de la escuela primaria como mediador en la revalorización del aprendizaje.
- Analiza, basado en evidencias, estrategias y métodos eficaces para fomentar en el estudiante la autorregulación emocional e intelectual.

En la Tabla 5.5, se detalla la organización de la signatura en 3 unidades didácticas.

Tabla 5.5

Contenidos las Unidades Didácticas de la Asignatura “Neurociencia Educativa y Aprendizaje Humano”

Unidad 1. Visión ecológica del desarrollo humano
1.1. Dimensiones del ser humano. Visión ecológica/compleja del desarrollo humano: lo biológico, psicológico y sociocultural.
1.2. Visión ecológica del desarrollo humano: socialización y dimensiones de la enseñanza y del aprendizaje; teórica, praxis, tecnológica y proyectiva.
1.3. Educación, aprendizaje y desarrollo humano. Complejidad dinámica biopsico - socio - cultural del aprendizaje.
1.4. Condiciones potenciadoras del aprendizaje escolar, en sus relaciones con los contextos familiares y comunitarios.
1.5. El papel de las instituciones educativas como espacios de interacción social y de revalorización del aprendizaje Importancia de emociones y afectividad en el proceso pedagógico.
Unidad 2. Neurociencia educativa

2.1. Componentes del aprendizaje: los contenidos del aprendizaje (¿qué se aprende?), los procesos o mecanismos del aprendizaje (¿cómo se aprende?) y las condiciones del aprendizaje (¿dónde y cómo se desencadenan los procesos necesarios para aprender los contenidos esperados?).

2.2. Desarrollo de las habilidades cognitivas.

2.3. Algunas alternativas para promover un aprendizaje significativo y activo en la EGB.

2.4. Aportes de las Investigaciones de la neurociencia a la educación según los niveles de formación y contextos.

Unidad 3. Teorías del aprendizaje

3.1 Abordajes, paradigmas y teorías del aprendizaje.

3.2 Modelos de la enseñanza y aprendizaje; objeto de estudio, método, aplicaciones disciplinares.

3.3 Teorías de aprendizaje: conductistas (Watson, Skinner, Bandura); cognitivistas (Gestalt, Piaget, Feurstein, De Bono); el enfoque histórico cultural (Vygotsky y seguidores); humanistas (Rogers, Maslow) y las teorías constructivistas (Piaget, Ausubel, Novak, Pérez-Gómez).

3.4 Dimensiones del aprendizaje significativo: Principios, características contextuales y procesos fundamentales. Agentes de socialización y desarrollo de la personalidad de los escolares.

Esta asignatura por su naturaleza interdisciplinaria abarca diferentes matices y visiones, integrando aquellos procedentes de la neurociencia, psicología y pedagogía (Sílabo de la asignatura Neurociencia Educativa y Aprendizaje Humano, Educación Básica, UNAE, 2022).

Dentro de las metodologías para la enseñanza está el aprendizaje colaborativo, estudios de caso, aula invertida, diálogo socrático, tertulias dialógicas, no se especifica directamente el aprendizaje por indagación. Se contemplan la

autoevaluación, coevaluación y la heteroevaluación utilizando rúbricas, listas de cotejo y cuestionarios. Como tareas están la realización de resúmenes, organizadores gráficos, exposiciones de clases demostrativas aplicando las estrategias estudiadas, ensayos, Tablas y propuestas de ambientes neuroeducativos, con tareas individuales y grupales.

Aunque en el plan de estudio en los contenidos mínimos no se especifica uno relacionado directamente con los neuromitos, una de las actividades de aprendizaje autónomo consiste en la lectura de libros, de los cuales se hacen controles de lectura y elaboración de mapas mentales.

Esta guía docente contempla 9 referencias bibliográficas básicas y 4 referencias bibliográficas complementarias y 2 videos educativos. La referencia más antigua corresponde a 1997 y la más actual 2023. Se puede evidenciar que las temáticas transitan mayormente por temáticas relacionadas con las teorías del aprendizaje, modelos pedagógicos, currículo, aprendizaje en la era digital, desarrollo humano, psicología y neurociencia educativa. Dentro de los referentes teóricos utilizados en esta carrera se encuentran: Alexander Ortiz, Anna Carballo (psicóloga, doctora en Neurociencias, profesora universitaria e investigadora en el Instituto de Neurociencias de la Universidad Autónoma de Barcelona); Marilina Rotger (educadora y especialista en Neuroeducación); Edward De Bono (médico y psicólogo reconocido por “el pensamiento lateral”, entre otros).

Como se puede apreciar únicamente dos autores tienen estudios e investigaciones reconocidas en neurociencias, lo que implica que la falta de una base sólida en neurociencias en buena parte de las referencias puede llevar a una comprensión incorrecta de los conceptos neurocientíficos, por lo que es

necesario que los docentes contemplen en sus guías docentes fuentes actualizadas y validadas por evidencia científica.

La segunda asignatura *Aprendizaje humano y mente consciente (emociones, memoria, razonamiento y lenguaje)* está compuesta por 192 horas (4 créditos) y 4 horas académicas semanales para el aprendizaje en contacto con el docente, se imparte en segundo año de carrera, dentro del campo de formación básica. Está precedida por la asignatura *Neurociencia Educativa y Aprendizaje y Humano* y tiene como propósito que los estudiantes de educación primaria adquieran, analicen, elaboren y apliquen conocimientos teóricos básicos sobre los procesos cognitivos y afectivos que intervienen en la construcción de la mente consciente de la persona y en su proceso de aprendizaje. La asignatura es interdisciplinar abordada desde los principios teóricos básicos de psicología y neurociencia cognitiva, del aprendizaje y de la personalidad (Sílabo de la asignatura *Aprendizaje humano y mente consciente (emociones, memoria, razonamiento y lenguaje)*, Educación Básica, UNAE, 2023).

Los contenidos mínimos de la asignatura son los siguientes:

- Aprendizaje humano y subjetividad: emociones, memoria, razonamiento y lenguaje.
- Mecanismos y hábitos de percepción. Toma de decisiones y acciones.
- Estudio de la cognición y procesos mentales del conocimiento.
- Metodologías y estrategias para el aprendizaje basadas en el estudio de las emociones, la memoria, el razonamiento y el lenguaje.
- Importancia de emociones y afectividad en el proceso pedagógico.

En esta asignatura no se abordan contenidos relacionados directamente con los neuromitos, aunque algunos de los contenidos si pudieran incluir aclaraciones sobre malas interpretaciones o creencias erróneas en el funcionamiento del cerebro.

La asignatura plantea los siguientes resultados de aprendizaje:

- Interpreta nociones fundamentales sobre las emociones, la memoria, razonamiento y lenguaje.
- Análisis de aptitudes y actitudes, personalidad y motivación.

En la Tabla 5.6, se detalla la organización de la signatura en 3 unidades didácticas.

Tabla 5.6

Contenidos las Unidades Didácticas de la Asignatura “Aprendizaje humano y mente consciente (emociones, memoria, razonamiento y lenguaje)”

Unidad 1. Aprendizaje humano y subjetividad
1.1 Aprendizaje humano y subjetividad: emociones, memoria, razonamiento y lenguaje. (teoría-conceptual) 1.2 La subjetividad como objeto de estudio de la Psicología. 1.3 Aprendizaje humano 1.4. Atención y Memoria 1.5 Inteligencia emocional y autorregulación. Metodologías y estrategias para el aprendizaje basadas en el estudio de las emociones, la memoria, el razonamiento y el lenguaje (práctica aplicativa) 1.6. Diseño de áulico, dinámicas, rutinas y actividades para enseñar educación emocional en la escuela. 1.7 Jugando con las emociones
Unidad 2. Cognición y procesos mentales del conocimiento

- 2.1. Estudio de la cognición y procesos mentales del conocimiento básicos y superiores del pensamiento
- 2.2. Procesos cognitivos básicos. Una aproximación neurocognitiva. Sensación y percepción
- 2.3. Procesos cognitivos superiores
- 2.4. Percepciones humanas, Sesgos cognitivos.
- 2.5. Pensamiento crítico, razonamiento y solución de problemas. La toma de decisiones y acciones.
- 2.6 Procesos para la toma de decisiones

Unidad 3. Importancia de emociones y afectividad en el proceso pedagógico

- 3.1. Importancia de emociones y afectividad en el proceso pedagógico
- 3.2. Teorías de las emociones
- 3.3. Educación emocional
- 3.4. Teoría del apego y resiliencia

Dentro de las metodologías para la enseñanza está el aprendizaje colaborativo, los círculos de lectura, el aula invertida, talleres con expertos, estudio de casos, cine foro, tertulias pedagógicas dialógicas, aunque no se especifica directamente el aprendizaje por indagación. Se contemplan la autoevaluación, coevaluación y la heteroevaluación utilizando rúbricas, listas de cotejo y cuestionarios, además de la evaluación diagnóstica, la formativa y la sumativa. Como tareas están la realización de exposiciones, ensayos, pruebas objetivas, propuestas educativas para aplicar en la práctica, portafolio, investigaciones, organizadores gráficos.

Esta Guía Docente contempla 21 referencias básicas entre libros físicos y digitales, siendo la más antigua del año corresponde a 1988 y la más actual a

2023. Se puede evidenciar que los contenidos transitan mayormente por temáticas relacionadas con la psicología y desarrollo humano, neurociencia educativa, inteligencia emocional, apego y neurociencia educativa.

Dentro de los principales autores se encuentran autores clásicos como Bruner (1988) y Vigotsky (1997), adicionalmente otros autores de los últimos veinte años como Daniel Goleman (Doctor en Psicología por la Universidad de Harvard y promotor de la Educación Emocional); David Bueno; Anna Carballo; Diego Redolar (Doctor en Psicología y Neurociencia y profesor e investigador en la Universitat Oberta de Catalunya); Marilina Rotger, entre otros. Por el mismo contenido de esta asignatura, se han considerado autores mayormente relacionados con la psicología y neurociencia, así como sus implicaciones en el aprendizaje, lo que podría favorecer una comprensión más completa del aprendizaje en relación con el comportamiento humano.

De este análisis se puede concluir, que la carrera EP tiene un alcance más completo del estudio del cerebro y sus implicaciones en la educación, pues abarca el estudio de los tres ámbitos que componen la neurociencia educativa: la psicología, neurociencias y pedagogía.

5.2.3 Análisis de la guía docente de la carrera Educación Especial

La asignatura *Neurociencia y aprendizaje humano* está compuesta por 240 horas (5 créditos) y 6 horas académicas semanales para el aprendizaje en contacto con el docente. Tiene como objetivo formar docentes con una concepción inclusiva del aprendizaje humano desde los aportes contemporáneos de la neurociencia. Adicional al componente teórico, el eje transversal de la asignatura aborda estrategias didáctico-metodológicas para la

comprensión y transformación del proceso enseñanza-aprendizaje ante la diversidad, abordado así componentes teóricos y prácticos (Sílabo de la carrera asignatura Neurociencia y aprendizaje humano, Educación Especial, UNAE, 2023).

La asignatura aborda contenidos en torno a la relación cerebro, procesos mentales y aprendizaje, a partir del diálogo interdisciplinar, aportes y convergencias entre la neurociencia y la educación. Se aborda también el neurodesarrollo, las repercusiones de las fallas en este proceso, las bases estructurales y funcionales del sistema nervioso en el aprendizaje humano desde una perspectiva biopsicosocial. Incorpora además la comprensión de los procesos subjetivos en el aprendizaje desde el análisis de los procesos cognitivos y afectivos, sus bases neurales y desviaciones, incorporando la concepción de las funciones ejecutivas. El abordaje de estrategias didáctico metodológico para la estimulación de los procesos estudiados, se convierte en eje transversal de la materia (Sílabo de la carrera asignatura Neurociencia y aprendizaje humano, Educación Especial, UNAE, 2023).

Los contenidos mínimos de la asignatura son los siguientes:

- Procesos psicológicos básicos: procesos afectivos y cognitivos.
- Periodización del desarrollo psíquico según diferentes teorías del desarrollo.
- Coordinadas epistemológicas y disciplinares del aprendizaje.
- El aprendizaje humano: principales modelos teóricos, dimensiones del aprendizaje escolar: cognitiva y afectiva.
- Estrategias y estilos de aprendizaje y de enseñanza.
- Aspectos básicos de la neurociencia.

- Estrategias Educativas basadas en la neurociencia.
- “Neuromitos” en la atención a la diversidad.
- Visión integral entre los procesos psicológicos del aprendizaje humano y sus bases fisiológicas desde el enfoque de la neurociencia.

La asignatura plantea los siguientes resultados de aprendizaje:

- Construir una visión integral entre los procesos psicológicos del aprendizaje humano y sus bases fisiológicas desde el enfoque de la neurociencia.
- Conceptualizar y sintetizar la diversidad de abordajes teóricos y modelos sobre el aprendizaje y sus fundamentos neurológicos.
- Establecer conexiones e interacciones entre los procesos implicados en el aprendizaje y el desarrollo evolutivo del niño, y niña.
- Diseñar y desarrollar propuestas de aprendizaje servicio que crean abordajes inclusivos y socialmente comprometidos para el desarrollo de la educación y la comunidad.
- Comprender cómo el cerebro, procesa, registra y evoca la información y cómo se controlan las emociones, sentimientos y estados conductuales.
- Conocer, comprender, analizar y valorar las distintas teorías sobre el aprendizaje humano y sus distintas dimensiones.

En la Tabla 5.7, se detalla la organización de la signatura en 4 unidades didácticas.

Tabla 5.7

Contenidos las Unidades Didácticas de la Asignatura “Neurociencia y aprendizaje humano”

Unidad 1. Introducción a la neurociencia
1.1. Neurociencia y educación inclusiva. Una mirada interdisciplinar. 1.2. Relación cerebro-procesos mentales-aprendizaje. 1.3. Neurodesarrollo y Aprendizaje. Etapas y mecanismos fisiológicos que lo subyacen. Plasticidad cerebral. 1.4. Determinación Biopsicosocial de las funciones mentales y el aprendizaje humano.
Unidad 2. Neuroanatomía del sistema nervioso
2.1. Neuronas, neuroglías y sinapsis. 2.2. Neurotrasmisores. 2.3. Sistema nervioso central y periférico. Particularidades. 2.4. Unidades funcionales. Las áreas asociativas del cerebro y sus funciones. 2.5. Funciones de los hemisferios cerebrales. Especialización Hemisférica. Dominancia cerebral.
Unidad 3. Aprendizaje y desarrollo humano
3.1. Aprendizaje, enseñanza y desarrollo humano. Relaciones esenciales. 3.2. Periodización del desarrollo psíquico. Distintas concepciones en su abordaje: biogenéticas, sociogenéticas y psicogenéticas. 3.3. Teorías del aprendizaje. Teorías asociacionistas (conductismo clásico, conductismo operante). Teorías mediacionales (Aprendizaje social, condicionamiento por imitación de modelos. 3.4. Teorías cognitivas: Teoría de la Gestalt y Psicología fenomenológica; Psicología Genético – Cognitiva; Genético–Dialéctica; Teoría del procesamiento de la información.
Unidad 4. El aprendizaje como proceso intersubjetivo

- 4.1. El enfoque personológico en la educación: unidad cognición - afecto.
- 4.2. Procesos afectivos en la educación. Emociones, motivación y aprendizaje humano. Bases neurales. Educación emocional.
- 4.3. Procesos cognitivos. Sensación y Percepción. Bases neurales. Estrategias didácticas para su estimulación.
- 4.4. Proceso atencional. Redes atencionales. Bases neurales. Estrategias didácticas para estimular la atención en el aula.
- 4.5. Proceso de memoria. Bases neurales y moleculares. Estrategias didácticas para estimular la memoria en el aula.
- 4.6. Pensamiento, Lenguaje y Creatividad. Estrategias didácticas para estimular estos procesos en el aula.
- 4.7. Funciones ejecutivas. Estrategias didácticas para el trabajo con las funciones ejecutivas en el aula.

La asignatura plantea un abordaje interdisciplinario ya que aborda contenidos relacionados con la neurociencia, la psicología y la pedagogía en sus diferentes unidades didácticas, además de incluir actividades para realizar en el prácticum, tales como diseñar una propuesta educativa inclusiva que contemple la estimulación de los procesos cognitivos y/o afectivos estudiados con fundamento neurodidáctico de los procesos estudiados en clases, lo que permite visibilizar las relaciones entre la aplicación de la neurociencia en la educación, sin embargo, sería interesante conocer las implicaciones de aplicar las actividades sugeridas en el practicum así como también sus resultados en el aprendizaje del estudiantado.

Dentro de las metodologías para la enseñanza está el aprendizaje basado en casos, el trabajo colaborativo, la clase magistral, aula invertida, laboratorio Atlas 3D de la anatomía humana, aprendizaje basado en proyectos y

discusiones grupales, aunque no se especifica explícitamente el aprendizaje por indagación. Se contemplan la autoevaluación y la heteroevaluación (mayormente formativa), considerando también la evaluación sistemática y sumativa. Se utiliza la técnica del portafolio digital para la realización de tareas y trabajos. Como tareas están la realización de análisis de casos, la elaboración de organizadores gráficos, estudio y análisis de la bibliografía, elaboración de talleres para padres (a aplicar en el practicum). A pesar de que el plan de estudio establece el contenido mínimo: *Neuromitos en la atención a la diversidad*, este se refleja en el guía docente únicamente en la tarea de elaborar un mapa mental, lo que evidencia falta de profundidad en el estudio de la temática.

Esta guía docente contempla únicamente 7 referencias básicas, donde la más antigua corresponde a 1999 y la más actual 2015. Se puede evidenciar que las temáticas transitan por la neuropsicología, psicología, pedagogía, investigación neuroeducativa y un poco de neuroeducación, teniendo en sus referentes clásicos a Luria, Leóntiev y Vygotsky y más contemporáneo a Howard Jones. Se puede evidenciar que la bibliografía utilizada corresponde más a la rama de la psicología, con pocas referencias de autores que estudian la neurociencia educativa moderna. Se evidencia que la bibliografía de esta asignatura no está actualizada.

Las Guías Docentes de EP: *Neurociencia Educativa y Aprendizaje humano y Aprendizaje humano y mente consciente (emociones, memoria, razonamiento y lenguaje)* tienen una orientación más psicológica que neurocientífica en relación con las de EI (*Neurociencia Educativa: cerebro, cognición y aprendizaje*) y EE (*Neurociencia y aprendizaje humano*).

Con respecto a los contenidos mínimos de las asignaturas, únicamente en el plan de estudio de la carrera EE se contempla un contenido relacionado con los neuromitos, sin embargo, en la guía docente de la asignatura *Neurociencia y aprendizaje humano* no se explicita su estudio y revisión, simplemente se aborda como una actividad de aprendizaje autónomo. En EI, aunque no es un contenido mínimo de la asignatura, el profesorado asigna un espacio para el estudio y reflexión sobre esta temática. En EP, tampoco se contempla un contenido sobre los neuromitos, aunque en las actividades el profesorado declara realizar actividades de análisis y síntesis del libro *Apuntes de neurociencia educativa* (2022), en el cual se aborda un capítulo sobre neuromitos.

En cuanto a los autores que se consideran en las referencias bibliográficas, por una parte, hay un algunos neurocientíficos reconocidos en combinación con otros personajes que han ganado fama gracias su difusión por Internet, pero no son expertos en neurociencias, lo que podría favorecer la mala interpretación de hechos científicos o divulgación de teorías y propuestas que no cuentan con respaldo científico.

Al realizar búsquedas por palabras clave en la biblioteca de la UNAE, se encontraron 27 títulos al buscar “neuroeducación”, 123 títulos por búsqueda con “neurociencia”, 188 con la palabra “cerebro” y 2 al buscar “neurodidáctica”, existiendo una amplia variedad de referencias, de las cuales se contabilizan únicamente 51 referencias básicas y 4 complementarias dentro de las guías de asignaturas.

Algo que llama la atención es las pocas referencias de artículos científicos (3) presentes en las guías de asignaturas, aunque en las actividades se mencionen algunas tareas de lectura de artículos científicos.

Adicionalmente se evidencia que las carreras de EI y EP referencian bibliografía más actualizadas (hasta el año 2023), sin embargo, en la carrera EE la referencia más actualizada corresponde al año 2015. Al ser las neurociencias un ámbito que está en constante evolución es necesario que los docentes mantengan su conocimiento actualizado para brindar una enseñanza más efectiva y fundamentada, además de desarrollar su posicionamiento crítico en una sociedad en la que se difunde rápidamente información científica, sea esta, confirmada o no. La bibliografía actualizada garantiza que el estudiantado reciba información de los recientes descubrimientos científicos, enriqueciendo así el diálogo entre el conocimiento teórico y su aplicación dentro de las aulas, lo que representa un potencial para transformar la manera en la que se entiende y aborda la educación.

Los Planes Curriculares de las carreras en la UNAE contemplan 6480 horas, de las cuales se asignan para el estudio de contenidos neurocientíficos, el 2,2% (144 horas) en EI, el 5,9% (384 horas) en EP y al 3,7% (250 horas) en EE, lo que refleja que aun que en la UNAE se reconoce la importancia del abordaje de las neurociencias en la formación inicial de docentes, resulta un número de horas muy reducido, lo que puede provocar que los conocimientos sean muy superficiales en cuanto al dominio de conceptos neurocientíficos y su aplicación en los procesos educativos.

Todos estos resultados evidencian que, aunque en la UNAE las neurociencias fundamentan su Modelo Educativo Pedagógico y que su estudio se hace

presente en los planes curriculares, se evidencia que su abordaje carece de profundidad para garantizar un dominio sólido de conocimientos teóricos y prácticos en neurociencias, y de posicionamiento científico, la limitada cantidad de horas que se designan a su estudio en combinación a la falta de bibliografía actualizada, dificulta la formación de docentes poseedores de una postura crítica en la enseñanza que les permita contrarrestar las creencias con evidencia científica que mejore la calidad de la enseñanza, de acuerdo con nuestra hipótesis.

5.3 ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS AL PROFESORADO QUE IMPARTE LAS ASIGNATURAS RELACIONADAS CON LA NEUROCIENCIA

Las entrevistas son un instrumento flexible para la recolección de información relacionada directamente con los objetivos de la investigación, que en este caso fue conocer cómo se enseñan las Neurociencias en Ecuador y sus implicaciones en la educación, (Cohen, Manion y Morrison, 2007). Se utilizó una metodología interpretativa – descriptiva (Hernández Sampieri, Fernández y Baptista, 2006) mediante un proceso de análisis y sistematización cualitativa de las respuestas del profesorado.

Este instrumento se planteó para dar respuesta al OI 3: Realizar entrevistas o cuestionarios al profesorado que les imparte esa materia; de la primera hipótesis: Las neurociencias son consideradas importantes en la formación inicial de docentes por eso están presentes en los planes de estudio, sin embargo, se enseñan con pocas implicaciones y aplicación tanto en la educación como en la práctica docente, sin superar los neuromitos existentes.

El conocimiento es considerado como una construcción compartida entre diferentes individuos, es por eso que la realización de entrevistas toma singular importancia en esta investigación. Al entrevistar a los docentes se pudo conocer lo que el profesorado sabe, valora, prefiere y realiza al momento de enseñar contenidos relacionados con las neurociencias (Tuckman, 1972), además de conocer cómo interpretan su tarea educativa y enfrentan diferentes situaciones académicas.

La entrevista se realizó a ocho docentes (6 mujeres y 2 hombres) que han impartido las materias relacionadas con las neurociencias en las diferentes carreras. A continuación, se detalla una breve descripción de los perfiles:

Docente 1: LS, mujer de nacionalidad cubana, docente de la carrera EI con 10 años de experiencia. Licenciada en Psicología. Máster en Neuropsicología y Educación. Diplomada en Neuropsicología cognitiva, en Psicología de la Salud y en Docencia Médica Superior.

Docente 2: VS, hombre de nacionalidad ecuatoriana, docente de la carrera EI con 13 años de experiencia. Profesor de Educación Básica, Instituto Pedagógico Luis Cordero, Ecuador. Licenciado en Educación General Básica, Universidad de Cuenca, Ecuador. Máster Universitario en Psicopedagogía y Máster Universitario en Neuropsicología y Educación, Universidad Internacional de la Rioja, España. Magíster en Educación Básica, Universidad Estatal de Milagro, Ecuador. Doctor en Educación, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

Docente 3: RL, mujer de nacionalidad ecuatoriana, docente de la carrera EP con 14 años de experiencia. Licenciada en Educación, especialización en Docencia de Primaria. Máster en Formación y Perfeccionamiento del Profesorado, Máster en Neuropsicología y Educación. Especialista en Dificultades del Aprendizaje.

Docente 4: LD, hombre de nacionalidad venezolana, docente de la carrera EP con 40 años de experiencia. Licenciado, Máster y Diplomado de Estudios Superiores Especializados, todos ellos en Psicología Clínica, realizados en las Universidades de Paris XIII-Vincennes y Paris VII-Censier, Doctorado en Psicología en la Universidad Central de Venezuela.

Docente 5: TV, mujer de nacionalidad ecuatoriana, docente de la carrera EP con 17 años de experiencia. Licenciada en Ciencias de la Educación mención Psicología Educativa Terapéutica, Magister en Psicoterapia del Niño y la Familia, Máster en Dificultades del Aprendizaje.

Docente 6: VM, mujer de nacionalidad nicaragüense, docente de la carrera EE con 19 años de experiencia. Licenciada en Psicología. Maestría en Psicología. Doctorado en Psicología.

Docente 7: GE, mujer de nacionalidad ecuatoriana, docente de la carrera EE con 17 años de experiencia en docencia. Licenciada en Educación Especial y Preescolar, Universidad del Azuay, Ecuador. Magister en Educación básica inclusiva, Universidad del Azuay, Ecuador. Experta en Inclusión.

Docente 8: LA, mujer de nacionalidad ecuatoriana, docente de la carrera EE con 20 años de experiencia en docencia. Licenciada en Ciencias de la Educación, especialidad Educación Especial y Preescolar, Universidad del Azuay, Ecuador. Máster de Intervención en Dificultades de Aprendizaje, Universidad de Valencia, España. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad del Azuay, Ecuador. Diploma en Cooperación al Desarrollo, Universidades de la Comunidad Valenciana, España. Doctora en Humanidades y Artes con mención en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

La UNAE cuenta con docentes de diferentes procedencias cuya formación y experiencias enriquece el proceso educativo, ya que se cuenta con diferentes miradas desde sus propios contextos educativos. A continuación, se detallan las respuestas para cada uno de los ítems:

Ítem 1: ¿Qué formación académica tiene?

En cuanto a la formación académica de grado, 4 docentes tienen formación en Psicología, 2 son docentes de primaria y 2 tienen formación en Educación Especial y Preescolar. Con referencia a los estudios de maestría, 5 docentes tienen formación en campos relacionados con la Psicología, Neuropsicología y 1 docente es máster en Psicoterapia. Adicionalmente, 4 docentes tienen formación en Educación Inclusiva y Dificultades del Aprendizaje. Hay 4 docentes que son Doctores: 2 en Psicología, 1 en Educación y 1 en Artes y Humanidades.

Todos los docentes que imparten las asignaturas relacionadas con las neurociencias tienen formación en Psicología o Educación, cumpliendo con el

perfil necesario para dictar la asignatura y orientar adecuadamente el enfoque interdisciplinar que se plantea.

Cuatro de los docentes que imparten las asignaturas relacionadas con las neurociencias tienen formación en Psicología o Neuropsicología, lo que implica que la mitad de los docentes entrevistados tienen el perfil para la enseñanza de estos contenidos. Por otra parte, cuatro docentes tienen formación en educación, que, aunque podrían abordar en su formación ciertos contenidos relacionados con el cerebro, su funcionamiento y su implicación en el aprendizaje, no alcanzan a cumplir con una formación neurocientífica, causando consecuencias negativas en la enseñanza, ya que se podría transferir un inadecuado perfil epistemológico al estudiantado porque los conocimientos neurocientíficos no se dominan, lo que podría afectar la forma en que el estudiantado percibe, analiza y adquiere los conocimientos.

Ítem 2: ¿Con qué estrategias didácticas trabaja?

La Tabla 5.8 recoge las estrategias didácticas preferidas por los docentes de neurociencias.

Para impartir sus clases, los docentes aplican algunas de las estrategias que plantea el Modelo Educativo Pedagógico de la UNAE (2023), siendo el estudio de caso la estrategia que utilizan todos los docentes, el aprendizaje basado en proyectos (incluye el aprendizaje colaborativo) lo aplican 6 docentes y el aula invertida 4. Como se puede apreciar, la clase magistral aún es una estrategia ampliamente utilizada, versus los debates y tertulias dialógicas sobre ciencias que únicamente los utilizan 3 docentes, al igual que los foros. Estrategias como la gamificación y el *role playing* son las menos utilizadas. También una docente mencionó que utiliza la estrategia del rompecabezas.

Tabla 5.8*Estrategias Didácticas Utilizadas por el Profesorado UNAE*

Estudio de caso	Aprendizaje basado en proyectos	Aula invertida	Debates o tertulias dialógicas	Gamificación	Role playing	Clase magistral	Foros
8/8	6/8	4/8	3/8	2/8	2/8	6/8	3/7

Aún es un desafío salir de un sistema educativo en el que prima la clase magistral como estrategia básica para la enseñanza, ya que no siempre se aplican estrategias que involucren al estudiantado en la construcción de su propio conocimiento o aquellas en las que deban poner a prueba lo que saben a través de propuestas que sean adecuadamente fundamentadas con conceptos y referencias científicas. Una disciplina se define menos por sus contenidos que por los tipos de preguntas que permite responder, los problemas que ayuda a resolver y las estrategias intelectuales y experimentales que se utilizan para recabar información, organizarla, analizarla y aplicarla (Vicente, 2017).

Aunque el Modelo Educativo Pedagógico UNAE (2023) orienta a la diversificación de estrategias de enseñanza, aún es común quedarse en la transmisión de contenidos disciplinarios y poco se involucra al estudiantado en la reflexión crítica sobre la naturaleza de una disciplina, sus propósitos, las acciones que la definen, la aplicación práctica y su impacto en el mundo que nos rodea (Vilches y Gil, 2007). Ningún docente ha manifestado utilizar la indagación como estrategia didáctica, aunque el aprendizaje basado en proyectos lo facilita.

En cuanto a las tareas para el aprendizaje y la consolidación de conocimientos, estas deben demandar que el estudiantado sea capaz de identificar evidencia relevante y construya argumentos para justificar las explicaciones o soluciones propuestas, involucrándolos en la creación de argumentos y otras formas discursivas utilizadas en la construcción y evaluación del conocimiento científico, creando así oportunidades de aprendizaje de alto nivel (Vicente, 2017).

Ítem 3: ¿Qué recursos usa mayormente durante sus clases?

La Tabla 5.9 recoge los recursos mayormente utilizados por los docentes de neurociencias entrevistados.

Tabla 5.9

Recursos Utilizados por el Profesorado UNAE

Textos	Presentaciones	Aula virtual	Pizarra	Recursos digitales	Videos	Realidad aumentada	Software educativo	Maquetas	Fichas de trabajo
8/8	4/8	4/8	2/8	3/8	7/8	2/7	1/8	3/8	3/8

Los recursos más utilizados para la enseñanza de los contenidos relacionados con la neurociencia son los libros digitales y físicos al igual que los artículos científicos, complementados con el uso de películas y videos educativos, los cuales son ampliamente utilizados para asegurar una base teórica sólida sobre la conceptualización de la neurociencia, sus principios y aplicaciones, sin embargo, al no tener debates y conversaciones científicas, es posible que esta

información se convierta en meros conocimientos memorísticos y poco aplicables.

Elementos de apoyo visual como las presentaciones de Power Point, infografías y otros recursos digitales son utilizados para facilitar la retención y el entendimiento, así como también la creación de relaciones entre la teoría y la práctica. Adicionalmente las fichas de trabajo se utilizan para consolidar conocimientos y retroalimentar. Dentro de los recursos considerados innovadores para la enseñanza de la neurociencia se mencionan la realidad aumentada, el software educativo, las maquetas y los juegos, facilitan la comprensión de conceptos complejos, aunque son pocos los docentes los que los utilizan. Únicamente 2 docentes manifestaron hacer del pizarrón como recursos para la enseñanza. Solamente 4 docentes manifestaron hacer uso del aula virtual, a pesar de que este es un requerimiento para la docencia en la UNAE.

Ítem 4: ¿Qué material bibliográfico básico y complementario utiliza para la enseñanza? ¿Podría mencionar algunos autores?

Los docentes han indicado utilizar 35 referencias básicas, es decir que se encuentran en los repositorios de la UNAE, siendo las más utilizadas los libros el libro *Psicología y Pedagogía* de Alexander Luria y *Mente, cerebro y educación* de David Sousa. Dentro de los autores contemporáneos la referencia más utilizada (3) es *Neurociencia y educación: aportaciones para el aula*, de Anna Carballo y Marta Portero. En cuanto a la investigación relacionada con la neurociencia toman como referente al libro *Investigación Neuroeducativa* de Paul Howard - Jones. Autores como David Bueno, Humberto Caicedo, Jesús Guillén, Tracey Tokuhama-Espinoza, Doctora en Educación de la

Universidad de Harvard, Marilina Rotger están entre los más utilizados para la enseñanza de las neurociencias, al igual que el Libro *Apuntes de neurociencia educativa* publicado por la UNAE en coordinación de Liana Sánchez. Entre otros autores contemporáneos mencionados, aunque con menor sugerencia están: Aldo Ocampo, Anna Forés, Francisco Mora y Alexander Ortiz, así como también los videos de Nazareth Castellanos, Doctora en Neurociencias de la Universidad Complutense de Madrid.

Ítem 5: ¿Qué recursos o estrategias suele utilizar para evaluar los aprendizajes?

Los docentes entrevistados manifiestan combinar estrategias individuales y grupales para la evaluación de los aprendizajes. Entre las tareas individuales se encuentran las pruebas de comprensión lectora, los cuestionarios de base estructurada, la elaboración de resúmenes y organizadores gráficos, la creación de portafolios y las fichas de trabajo. Dentro del trabajo colaborativo, se mencionan la resolución de casos, el aprendizaje basado en proyectos y las exposiciones.

Un docente plantea la siguiente estrategia que resulta innovadora, aunque no es definida a profundidad:

D7: “Exámenes Colaborativos: una especie de anti-examen individual asincrónico, que implica reforzar aprendizajes mediante revisión de notas, discusión entre pares. Y Aprendizaje Basado en un Proyecto, como examen final, en el cual los estudiantes deben hacer una microplanificación y ejecutar una “Clase demostrativa grupal”, sobre uno de los temas de la asignatura previamente seleccionado.”

Una docente plantea la lectura de un libro por periodo como medio de profundización sobre las temáticas, sin embargo, sería importante conocer y analizar si se consigue que el estudiantado transfiera estos conocimientos a su práctica docente a partir de esta estrategia:

D1: *“Les envío a leer un libro durante todo el semestre y les doy las directrices para el uso de una técnica de toma de notas y el producto es la entrega de mapas mentales (a mano o digitales) junto con un glosario de términos nuevos aprendidos a raíz de la lectura del libro.”*

Finalmente, dos docentes manifestaron hacer uso de los tipos de evaluación, contemplando la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación. Además, tres docentes mencionaron llevar a cabo la aplicación de instrumentos como la rúbrica. Estas formas de evaluación están establecidas en el Reglamento de Evaluación de los aprendizajes de la Universidad Nacional de Educación (2024).

Ítem 6: ¿Conoce la neurociencia?, ¿qué le sugiere este término?

En cuanto a los conocimientos sobre la neurociencia, la mayoría de docentes mencionan de manera general que esta involucra el estudio del cerebro, del sistema nervioso y de las funciones cognitivas. Adicionalmente, se reconoce la necesidad de aplicar la neurociencia en la educación:

D2: *“La neurociencia abarca diversas disciplinas, que permiten investigar cómo funciona el cerebro y cómo estos conocimientos pueden aplicarse a campos como la educación que es nuestro contexto específico.”*

También se menciona la divergencia neurofuncional y la necesidad de personalizar la enseñanza a partir de estrategias que tomen en cuenta los aportes de las neurociencias.

D5: “...El conocimiento del cerebro en la educación, es uno de los caminos que posibilita diseñar estrategias de enseñanza para que los estudiantes aprendan en función a sus características y necesidades; cada cerebro es distinto, lo cual tiene implicaciones importantes en el aula, de ahí la necesidad de personalizar el aprendizaje en función a lo que se conoce sobre la neurociencia educativa, la neurodidáctica, el neuroaprendizaje.”

Ítem 7: Si la conoce ¿de dónde proviene su información al respecto?

El conocimiento sobre las neurociencias como se pudo evidenciar viene de la formación inicial de los docentes en licenciaturas desde los ámbitos de la Psicología y la Educación, así como también de las especializaciones y maestrías en Neuropsicología, Psicología y Educación. También la mayoría de los docentes entrevistados manifestaron haber recibido formación neurocientífica posteriormente con capacitaciones en temáticas relacionadas con las neurociencias.

Ítem 8: ¿Considera importante que los docentes en formación aprendan sobre neurociencias? ¿por qué?

Los docentes entrevistados coinciden que, al trabajar con personas, conocer sobre neurociencias conforma una característica básica dentro del perfil del docente contemporáneo, por eso es importante que los futuros profesionales de

la educación reciban este tipo de contenidos en su formación inicial, la cual muchas veces se desconoce y no está presente en los planes de estudio.

D3: *“Es indispensable para saber cómo enseñar, los docentes deben saber cómo se produce el aprendizaje y todos los factores que se interrelacionan con él.”*

D4: *“la neurociencia cognitiva, lo cual les permite a los futuros docentes fundamentar su accionar en la elección de metodologías, aplicación de recursos que favorezcan al proceso de aprendizaje.”*

D8: *“con la educación se transforma el cerebro de la persona, como funciona y cómo podemos intervenir educativamente para una formación integral.”*

D7: *“...un docente en formación durante este siglo XXI que desconozca las bases del funcionamiento neurológico que operan en todo proceso de enseñanza-aprendizaje, es un aprendiz de maestro que desconoce buena parte de lo ocurre en su vida cotidiana como estudiante universitario y como persona.”*

Además, algunos docentes reconocen la importancia de entender el funcionamiento cerebral y conocer los procesos cognitivos que dan origen al aprendizaje para proponer y desarrollar estrategias y recursos didácticos que atiendan a la diversidad del alumnado, siendo el conocimiento del cerebro y su funcionamiento un elemento clave para poder diseñar clases más inclusivas.

D2: *“Este conocimiento les permite comprender mejor cómo aprenden los estudiantes, lo que puede ayudar a desarrollar estrategias de enseñanza más efectivas y personalizadas. Además,*

entender el funcionamiento del cerebro y los procesos cognitivos puede ayudar a los docentes a identificar y abordar diversas necesidades educativas, fomentando un entorno de aprendizaje inclusivo y adaptado a diferentes necesidades y maneras de aprender.”

D5: *“Muy importante, porque es uno de los caminos que permite por un lado mejorar la práctica docente en función a la diversidad presente en el aula.”*

Ítem 9: ¿Considera que el estudio de la neurociencia en educación es transferible a su aplicación práctica? ¿por qué?

Se reconoce que estos conocimientos son transferibles siempre y cuando se enseñen las implicaciones que tienen las neurociencias en la vida diaria y especialmente en la educación, debiendo aplicar estos conocimientos dentro de las mismas clases:

D7: *“Sin duda, esta transferencia es posible, en la medida en que se enseñe las implicaciones que tiene el funcionamiento del cerebro y el sistema nervioso central y periférico, en las conductas más sencillas y banales, tanto de la vida cotidiana, como de la vida escolar y los procesos áulicos. ...es indispensable que el enfoque pedagógico de las neurociencias aplicadas a la educación ponga el acento en las posibilidades de aplicación práctica de los principios generales de la neuroeducación y las neurodidácticas, con ejemplificaciones y simulaciones in situ, durante las mismas clases con los estudiantes de las carreras de Educación.”*

Los docentes coinciden y hacen referencia a la aplicación de los conocimientos sobre neurociencias permite conocer mejor a los estudiantes, facilitando la aplicación de mejores estrategias al momento de enseñar, así como también se recalca la necesidad de enseñar por competencias en lugar simplemente transferir conocimientos:

D4: *“...no podemos continuar con lo que Paulo Freire denominaba una educación bancaria, sino incluso los nuevos enfoques educativos plantean una educación por competencias, lo cual implica que debemos desarrollar en nuestros estudiantes habilidades blandas, pensamiento crítico, pensamiento creativo, toma de decisiones, regulación emocional y otras habilidades que les permitan enfrentar los desafíos del ser docente y que aporten a su desarrollo integral.”*

D5: *“...posibilita que en el aula se evidencie las características diferentes presentes en todos los estudiantes, no solo en quien presenta discapacidad, permite además comprender características y procesos cognitivos y en consecuencia emplear estrategias que tengan como objetivo que los estudiantes aprendan de manera adecuada, obviando actividades que homogenizan o uniforman, para en su lugar considerar conocimientos relacionados con el saber, el hacer y el ser.”*

Los docentes consideran que efectivamente el conocer sobre neurociencias si es transferible a la práctica y se evidencia la necesidad de no centrarse únicamente en que los estudiantes conozcan sobre neurociencias de manera teórica, sino que sean capaces de aplicarla dentro de su práctica docente.

D1: *“El conocer sobre como aprendemos nos permite modificar las formas de cómo enseñar y tener la mente con la capacidad de ser flexibles para cambiar las formas de enseñar y aprender.”*

D2: *“Sí, considero que el estudio de la neurociencia en educación es transferible a su aplicación práctica. Esta proporciona una comprensión amplia de cómo funciona el cerebro durante el aprendizaje, lo que permite a los docentes diseñar y aplicar estrategias educativas basadas en evidencia científica contribuyendo a la erradicación de malas prácticas educativas arraigadas que son grandes neuromitos que se implementan día a día en el contexto áulico. También considero que la neurociencia permite que la enseñanza sea más eficaz por la posibilidad que da de adoptar los métodos a las necesidades individuales y colectivas. Enseñar con respaldo científico contribuye a un desarrollo cognitivo y emocional adecuado de los estudiantes y permite atender de manera pertinente las diversas necesidades que presenten.”*

D3: *“De hecho la neurodidáctica es un ejemplo fehaciente de la aplicación de los principios y teorías de la Neurociencia en la práctica educativa.”*

D6: *“... los aportes de investigaciones sugieren el rediseño de las estrategias y recursos en la enseñanza para garantizar el aprendizaje. Además, el conocer las características de los niños ayuda a ajustar el proceso metodológico. Aplicar los aportes de la neurociencia favorece en la educación.”*

Ítem 10: Finalmente se agradece cualquier otro comentario que pueda enriquecer esta investigación

Los docentes recalcan la importancia de aprender sobre neurociencias durante la formación inicial. Se concluye que las ideas erróneas sobre el cerebro, su funcionamiento y los procesos de enseñanza aprendizaje pueden afectar negativamente la práctica educativa, por lo que es necesario actualizar las Guías Docentes constantemente para desmitificar creencias erróneas y malas prácticas docentes, permitiendo ajustarlas a los avances de la ciencia para mejorar la calidad de educación en general y promover una educación que permita atender a la diversidad en base al respaldo científico.

D5: “Es necesario que para la formación de docentes se revisen de forma permanente las Guías Docentes relacionados con la Neurociencia, a fin de actualizarlos, incluyendo información que desmitifique prácticas que generalmente están enquistadas en la labor docente y permita que su rol se ajuste a los avances de la ciencia.”

D6: “Considero que la neurociencia educativa debe ser abordada en la formación permanente para llegar a más docentes y que las decisiones metodológicas se fundamenten desde la neurociencia. Esto sería una arista que favorece al desarrollo de los estudiantes y particularmente a los aprendizajes.”

También se sugiere que en el abordaje de las asignaturas se trabaje con situaciones, problemas y vivencias cercanas para poder hacer más vivencial el conocimiento.

D7: *“Mi experiencia en la enseñanza de la asignatura “Educación y Neurociencia” en la UNAE, me indica que la forma más efectiva para que mis estudiantes aprendan sobre los temas abordados en clases, es que se trabaje con situaciones, problemas y vivencias que ellos mismos o personas muy cercanas, hayan experimentado. Esto permite hacerles más vivencial el conocimiento que las neurociencias aportan acerca de cómo aprende nuestro cerebro, cómo memoriza y cómo desaprende o deja de aprender.”*

Finalmente, hay docentes reconocen y recalcan la importancia de llevar a cabo investigaciones como esta, que faciliten el debate y la profundización sobre las estrategias que se utilizan para la enseñanza de las neurociencias:

D2: *“... es crucial que investigaciones como esta se centren en contribuir a que los docentes se informen y formen adecuadamente sobre neurociencia para evitar estas trampas y mejorar sus prácticas pedagógicas.”*

D5: *“Esta aplicación contribuye a la optimización de la labor docente y también para propiciar una enseñanza más personalizada e inclusiva.”*

De acuerdo con lo propuesto por Gil-Pérez y Vilches (2008) en cuanto a las dos dimensiones deseables del saber y el saber hacer de los docentes universitarios; por una parte el conocimiento en profundidad de la materia en relación a las problemáticas actuales, y por otra parte el diseño de programas de actividades de investigación orientada para resolver problemáticas que se presenten en el aula, con una adecuada retroalimentación del aprendizaje, podemos concluir que aunque no todos los docentes que imparten las

asignaturas de neurociencias tienen un perfil neurocientífico, es notable que conocen sobre la temática y que hacen uso didáctico del contenido a través del planteamiento de actividades de aprendizaje que favorecen la enseñanza de las ciencias como son el estudio de casos, el aprendizaje basado en problemas y las tertulias dialógicas, así como también utilizan estrategias evaluativas basadas en la evaluación formativa (retroalimentación y aprendizaje sobre el error).

Aunque los recursos utilizados para la enseñanza son variados, es necesario comprobar la efectividad de los mismos, así como también repensar las tareas para que no sean una simple repetición de contenidos, sino que permitan al estudiantado asumir una posición crítica ante los descubrimientos neurocientíficos aplicados a la educación. Es necesario también fortalecer el estudio, revisión y posicionamiento crítico de artículos científicos, así como también priorizar la bibliografía y materiales de estudio de autores que tengan una reconocida trayectoria en el campo de las neurociencias.

CAPÍTULO 6. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA COMPROBAR LA SEGUNDA HIPÓTESIS

Para dar respuesta a la H2 es necesario abordar el método experimental, el cual permite descubrir con mayor grado de confianza, las relaciones causales entre hechos o fenómenos de la realidad, siendo por eso el tipo y nivel más alto de investigación científica, Rodríguez (2011), siendo su objetivo principal el estudiar si cuando se utiliza un determinado tratamiento se produce una mejora o no. La experimentación en combinación con otros métodos busca crear cambios en la educación a través de la investigación dentro de las aulas y mejorando la práctica docente mediante procesos de acción y reflexión. Investigar en educación involucra mejorar, innovar y comprender los contextos educativos teniendo como meta la calidad de la educación, generar cambios sociales y la creación de conocimiento educativo Latorre (2005).

Esta investigación sigue el modelo clásico de experimento de un ensayo claramente definido, intencional y comparativo en el cual: a) un conjunto de estudiantes de docencia, son sometidos a la acción de un tratamiento experimental (enseñanza de contenidos neurocientíficos a través de la indagación), cuyo efecto interesa investigar; b) otro conjunto equivalente, grupo control (estudiantes que no van a recibir la intervención, que reciben clases con otros profesores pero que sí incluyen en sus clases contenidos neurocientíficos), es observado durante el proceso experimental; y c) al finalizar el experimento, se observan y comparan los cambios producidos en los dos conjuntos, con lo que determinará la efectividad de la intervención. En síntesis, la experimentación se caracteriza por la provocación del fenómeno

que se estudia, la manipulación de las variables, el control de la situación experimental y la utilización de la comparación.

Los diseños experimentales en educación juegan un rol similar a las variaciones sistemáticas que se dan en un experimento, por lo que se convierten en sujeto de análisis para la mejora de la práctica docente, estos diseños gozan de un sustento teórico práctico que permite analizar las formas de enseñar y aprender dentro de un contexto determinado y las sucesivas interacciones que en este se generan (Cobb et al., 2003), esto permite desarrollar teorías, conocimientos o prácticas sobre los procesos de enseñanza aprendizaje y los recursos diseñados para apoyarlos. Al ser una metodología intervencionista, brindan la posibilidad de realizar mejoras educativas estudiando nuevas formas de aprendizaje a través de procesos de intervención, revisión y reflexión, por lo tanto, son también una metodología innovadora.

De acuerdo con Monzón (1964) los diseños experimentales deben contener:

- a) La definición de los tratamientos; se realizó una intervención educativa sobre un contenido específico de neurociencias: neuromitos en educación.
- b) La definición de las unidades experimentales; en este caso el grupo experimental estuvo conformado por estudiantes de segundo o tercer año de carrera, quienes podían o no haber tenido conocimientos previos sobre la aplicación de la neurociencia en educación. El grupo experimental quedó conformado por 111 estudiantes.
- c) La definición de las observaciones que deben tomarse; para poder llevar a cabo el experimento fue necesario realizar pasar dos cuestionarios (pre y post).

- d) La aplicación de un método mediante el cual se adjudiquen los tratamientos a las unidades experimentales; la metodología utilizada se basó en el aprendizaje por indagación.

6.1 DISEÑO DEL CUESTIONARIO DE ESTUDIANTES

En la presente investigación se diseñó un instrumento que consistía en un cuestionario cuyo objetivo fue conocer cómo se enseña neurociencias en la formación inicial de maestros en Ecuador y sus implicaciones en la educación. La primera parte comprende una entrevista estructurada en la que se plantearon seis preguntas abiertas, las cuales debían ser respondidas desde sus conocimientos previos. El cuestionario fue validado por un panel de cinco expertos, lo que permitió garantizar la pertinencia, claridad y alineación del instrumento con los objetivos del estudio. En la Tabla 6.1 se detallan las preguntas utilizadas.

Tabla 6.1

Red de Preguntas para la Entrevista Semiestructurada

Ítem	Pregunta
Ítem 1	1. ¿Qué entiende por Neurociencia Educativa?
Ítem 2	2. Señale 3 implicaciones que puede tener la neurociencia en su futura práctica profesional.
Ítem 3	3. ¿Le han enseñado Neurociencia aplicada a la educación en sus estudios? ¿En qué asignaturas?
Ítem 4	4. ¿Con qué estrategias?
Ítem 5	5. ¿Ha leído algún artículo, libro, comunicación, congreso sobre Neurociencia aplicada a la educación? ¿Qué tema trataba? ¿Por requerimiento de alguna asignatura o por motivación propia?

Ítem 6	6. ¿Qué temas de Neurociencia aplicada a la educación se deberían incluir en tus estudios?
--------	--

La segunda parte del instrumento contenía 10 preguntas de conocimiento general sobre neurociencias en las que ocho eran neuromitos y dos eran afirmaciones correctas. Se pidió que manifiesten su grado de acuerdo con la respuesta y, principalmente, que lo justifiquen. El tiempo aproximado para completarlo fue de 40 minutos. Las cuestiones seleccionadas correspondían a aquellas en las que los estudiantes ecuatorianos de carreras afines a la educación incurrieran en más errores de un instrumento validado en Ecuador por Falquez (2018), al que se le añadió una última afirmación para abordar el aprendizaje por emoción. Para completar esta validación se realizó un ensayo piloto del mismo, lo que nos llevó a cambiar dos de los ítems ya que la forma en la que estaban redactados causó confusiones. En la Tabla 6.2, se detallan las afirmaciones utilizadas.

Tabla 6.2

Red de Afirmaciones de Conocimiento General sobre Neurociencias.

Ítem	Afirmaciones
Ítem 1	¿La diferencia en la dominancia hemisférica (cerebro izquierdo, cerebro derecho) puede explicar en parte las diferencias individuales entre estudiantes? Justifica la respuesta
Ítem 2	¿Existen períodos críticos en la infancia para el aprendizaje, a partir de los cuales un niño ya no puede aprender ciertas cosas? Justifica la respuesta
Ítem 3	¿Los estudiantes aprenden mejor cuando reciben información a través de su estilo de aprendizaje dominante (por ejemplo: auditivo, visual, kinestésico)? Justifica la respuesta
Ítem 4	¿Un ambiente con mucha estimulación mejora el desarrollo del cerebro de los preescolares? Justifica la respuesta

Ítem 5	¿Sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de la función cerebral de los hemisferios (izquierdo y derecho)? Justifica la respuesta
Ítem 6	¿La mayor parte de la capacidad intelectual es fruto de la herencia, por tanto, es poco modificable por el ambiente familiar y escolar? Justifica la respuesta
Ítem 7	¿El cerebro de los niños es más grande que el de las niñas? Justifica la respuesta
Ítem 8	¿Cuándo se daña un área del cerebro, alguna otra área puede asumir su función? Justifica la respuesta
Ítem 9	¿El aprendizaje se produce por la generación de nuevas células cerebrales? Justifica la respuesta
Ítem 10	10. Sólo podemos aprender lo que nos emociona? Justifica la respuesta

6.2 CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL CUESTIONARIO DE ESTUDIANTES (1ª PARTE)

La primera parte del instrumento estuvo compuesta por seis preguntas abiertas sobre contenidos relacionados con la enseñanza de las neurociencias en la UNAE. Para realizar la corrección del cuestionario, las posibles respuestas han sido categorizadas con ciertos criterios valorados con una escala de 2, 1 o 0 puntos, los cuales se detallan a continuación:

- *Ítem 1: ¿Qué entiendes por Neurociencia Educativa?*

Se espera que los estudiantes respondan con argumentos relacionados con el estudio de las neurociencias en beneficio de la enseñanza y del aprendizaje, si argumentan correctamente en al menos dos aspectos se puntuará con un 2, si argumenta correctamente uno solo de estos aspectos, se puntuará con un 1. Si da una respuesta que nada se relaciona con el tema o no contesta, se puntúa con 0.

- *Ítem 2: Señala 4 implicaciones que puede tener la neurociencia en tu futura práctica profesional.*

Se espera que los estudiantes respondan con al menos tres o cuatro argumentos válidos para puntuarlos con 2 (permite atender a la diversidad del alumnado, mejorar la práctica docente, conocer mejor a los estudiantes, mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje, educar desde la evidencia científica, motivar la investigación, detección temprana de dificultades de aprendizaje, intervenir adecuadamente en el aprendizaje de niños y niñas con discapacidades, mejorar la orientación del diseño curricular, atender a la diversidad del alumnado), si menciona 1 o 2 aspectos, se puntuará con 1, si la respuesta es poco convincente o no contesta se puntuará con un 0.

- *Ítem 3: ¿Te han enseñado Neurociencia aplicada a la educación en tus estudios? ¿En qué asignaturas?*

Se espera que los estudiantes respondan con las asignaturas relacionadas con neurociencias en cada uno de sus planes de estudio en cuyo caso se puntuará con 2, si menciona cualquier otra asignatura que guarda cierta relación con los contenidos de neurociencias se puntuará con un 1, si no contesta o no recuerda se puntuará con un 0.

- *¿Con qué estrategias?*

Se espera que los estudiantes respondan con algunas estrategias de enseñanza de las ciencias, el aprendizaje por indagación se puntuará con 2, con estrategias establecidas en el modelo educativo se puntuará

con 1, se puntuará con 0 otras estrategias tradicionales o si no contesta o recuerda.

- *Ítem 4: ¿Has leído algún artículo, libro o asistido a algún congreso sobre neurociencia educativa? ¿Qué tema trataba? ¿Por requerimiento de alguna asignatura o por motivación propia?*

Si los estudiantes afirman haber leído algún material o asistido a un congreso sobre neurociencia educativa y menciona algún referente en el campo en los últimos cinco años se puntuará con 2, si solamente afirman haber leído, pero sin referenciar autores o fechas, se puntuará con 1, si no contesta o no ha leído se puntuará con un 0.

- *Ítem 5: ¿Qué temas de Neurociencia aplicada a la educación se deberían incluir en tus estudios?*

Si los estudiantes identifican y mencionan dos o más de tres temáticas relacionadas con la neurociencia educativa se puntuará con 2, si mencionan una temática relacionada con la neurociencia educativa se puntuará con 1, si no contesta o no menciona alguna temática se puntuará con un 0.

6.3 CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL CUESTIONARIO DE ESTUDIANTES (2ª PARTE)

Los argumentos de cada uno de los ítems han sido valorados como incorrectos (0) cuando no sabe o no contesta, parcialmente correctos (1) cuando simplemente manifiesta su nivel de concordancia, pero no argumenta el por qué; y correctos (2) cuando responde con argumentos científicos de acuerdo a las siguientes orientaciones:

- *Ítem 1: ¿La diferencia en la dominancia hemisférica (cerebro izquierdo, cerebro derecho) puede explicar en parte las diferencias individuales entre estudiantes? Justifica tu respuesta.*
 - 0: cuando indica no saber, no contesta, o cuando da un argumento erróneo.
 - 1: cuando indica que cada hemisferio cumple una función o cuando simplemente manifiesta su nivel de concordancia, pero no argumenta el por qué.
 - 2: cuando se menciona que las diferencias se establecen por otras circunstancias como las necesidades educativas especiales, la motivación, los intereses y las habilidades o cuando se indica que ambos hemisferios trabajan de manera conjunta.
- *Ítem 2: ¿Existen períodos críticos en la infancia para el aprendizaje, a partir de los cuales un niño ya no puede aprender ciertas cosas? Justifica tu respuesta.*
 - 0: cuando indica no saber, no contesta, o cuando da un argumento erróneo.
 - 1: cuando indica que estamos en constante aprendizaje o cuando se indica que el cerebro está en constante aprendizaje.
 - 2: cuando se reconoce que hay períodos sensibles en el aprendizaje, sin embargo, el cerebro es capaz de aprender a lo largo de la vida gracias a la plasticidad cerebral.

- *Ítem 3: ¿Los estudiantes aprenden mejor cuando reciben información a través de su estilo de aprendizaje dominante (por ejemplo: auditivo, visual, kinestésico)? Justifica tu respuesta.*
 - 0: cuando indica no saber, no contesta, o cuando da un argumento erróneo.
 - 1: cuando indican que los estudiantes aprenden de diferentes maneras.
 - 2: cuando se indica que la mejor forma de enseñar es a través de variados estímulos y experiencias.
- *Ítem 4: ¿Un ambiente con mucha estimulación mejora el desarrollo del cerebro de los preescolares? Justifica tu respuesta.*
 - 0: cuando indica no saber, no contesta, o cuando da un argumento erróneo.
 - 1: cuando indican que esto puede causar estrés, distracción o cansancio.
 - 2: cuando se indica que esto fue una mala interpretación de un experimento realizado con ratones.
- *Ítem 5: ¿Sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de la función cerebral de los hemisferios (izquierdo y derecho)? Justifica tu respuesta.*
 - 0: cuando indica no saber, no contesta, o cuando da un argumento erróneo.

- 1: cuando indican que fue utilizado en niños con condiciones especiales.
- 2: cuando se indica que estos fueron utilizados en una población específica, pero no en sujetos neurotípicos porque no hay suficiente evidencia de que estos ejercicios benefician el aprendizaje.
- *Ítem 6: ¿La mayor parte de la capacidad intelectual es fruto de la herencia, por tanto, es poco modificable por el ambiente familiar y escolar? Justifica tu respuesta.*
 - 0: cuando indica no saber, no contesta, o cuando da un argumento erróneo.
 - 1: cuando afirma que la inteligencia no es heredada pero no argumenta por qué, o que simplemente es un neuromito.
 - 2: cuando se indica que el aprendizaje se da por las experiencias del ambiente y por la influencia de la educación.
- *Ítem 7: ¿El cerebro de los niños es más grande que el de las niñas? Justifica tu respuesta.*
 - 0: cuando indica no saber, no contesta, o cuando da un argumento erróneo.
 - 1: cuando se indica que sí pero no se argumenta por qué, o que simplemente es verdad.

- 2: cuando se reconoce que el cerebro de los niños es más grande que el de las niñas, pero se indica que no existen diferencias en el aprendizaje.
- *Ítem 8: ¿Cuándo se daña un área del cerebro, alguna otra área puede asumir su función? Justifica tu respuesta.*
 - 0: cuando indica no saber, no contesta, o cuando da un argumento erróneo.
 - 1: cuando se indica que sí pero no se argumenta por qué, o se indica que depende del lugar de la lesión.
 - 2: cuando se indica que, dependiendo del lugar de la lesión, el cerebro puede reaprender gracias a la plasticidad cerebral.
- *Ítem 9: ¿El aprendizaje se produce por la generación de nuevas células cerebrales? Justifica tu respuesta.*
 - 0: cuando indica no saber, no contesta, o cuando da un argumento erróneo.
 - 1: cuando se indica que sí pero no se argumenta por qué, o se indica que es un neuromito.
 - 2: cuando se expresa que el aprendizaje no depende del número de neuronas o del tamaño del cerebro, sino de las conexiones que se den entre estas o se menciona la sinapsis.
- *Ítem 10: ¿Sólo podemos aprender lo que nos emociona? Justifica tu respuesta.*

- 0: cuando indica no saber, no contesta, o cuando da un argumento erróneo.
- 1: cuando se indica que sí pero no se argumenta por qué, cuando se indica que es un neuromito, cuando indica que para aprender es necesaria la motivación o el interés por aprender.
- 2: cuando se reconoce que todas las experiencias sean positivas o negativas, son capaces de dejarnos aprendizajes y que el cerebro está en constante aprendizaje, independientemente de las emociones.

6.4 PRUEBA DE FIABILIDAD. ALFA DE CRONBACH

Se utilizó el estadístico de fiabilidad Alfa de Cronbach para valorar la consistencia interna del cuestionario en un pilotaje compuesto por 33 estudiantes (ver Tabla 6.3). En los resultados el valor del Alfa de Cronbach es = 0,850, mayor que 0,7, (ver Tabla 6.4) demostrando su consistencia.

Tabla 6.3

Resumen de Procesamiento de Casos

Casos		N	%
	Válido	33	100
	Excluido*	0	0
	Total	33	100

Tabla 6.4

Estadísticas de Fiabilidad

Alfa de Cronbach	Nº de elementos
0,85	20

CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS

En el presente capítulo se detalla el análisis de los resultados para contrastar nuestra segunda hipótesis (H2): *Los futuros docentes tienen conocimientos muy generales, desconocen las principales ideas de las neurociencias e incurrir en neuromitos y no saben cómo aplicar las neurociencias a la educación.*

Los resultados obtenidos de muestran de manera general que los métodos tradicionales no generan aprendizajes significativos en la enseñanza de contenidos sobre neurociencias, puesto que no se logra abarcarlos con el nivel de profundidad necesario, así como tampoco se desarrollan procesos que involucren un posicionamiento crítico ante los descubrimientos científicos y su aplicación en la educación.

7.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS – GRUPO CONTROL

El grupo control lo conformaron 54 estudiantes entre 18 y 26 años, 49 mujeres y 5 hombres, 27 de Educación Infantil, 18 de Educación Primaria y 9 de Educación Especial, luego de haber recibido el contenido de neuromitos educativos a través de estrategias diferentes a nuestra propuesta de aprendizaje por indagación, en sesiones que variaron entre 3 y 6 horas de duración.

7.1.1 Porcentaje de respuestas correctas

A continuación, se detallan los ítems y los resultados de porcentajes de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos, así como también la discusión de estos.

Ítem 1: La diferencia en la dominancia hemisférica (cerebro izquierdo, cerebro derecho) puede explicar en parte las diferencias individuales entre estudiantes.

En la Tabla 7.1 se muestran los porcentajes de “correctos”, “parcialmente correctos” e “incorrectos” correspondientes al Ítem 1.

Tabla 7.1
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 1

Ítem 1	
Argumentos	Porcentaje
Correctos	3,7%
Parcialmente correctos	11,1%
Incorrectos	85,2%

Este es un neuromito que tiene una prevalencia importante, evidenciando una amplia diferencia entre los argumentos correctos e incorrectos. Únicamente un 3,7% del estudiantado logró dar un argumento correcto e identificarlo como un neuromito.

“Las diferencias en el aprendizaje son multifactoriales y no pueden ser atribuidas únicamente a la dominancia de un hemisferio cerebral”.

El 11,1% expresaron un argumento parcialmente correcto, mencionando algún conocimiento científico sin que llegue a ser lo suficientemente preciso. La mayoría de las respuestas giran en torno a que ambos hemisferios cumplen una función diferente, pero no se argumenta el hecho de que las diferencias individuales no se dan por la dominancia hemisférica, sino por la influencia de muchos otros factores.

“Porque tanto el un hemisferio y el otro tienen una interconexión para un aprendizaje significativo.”

“Toma información de los dos hemisferios para tomar una decisión en el cual el aprendizaje depende de los dos hemisferios.”

El 85,2% dieron un argumento incorrecto o manifestaron no tener suficiente conocimiento, como se puede observar en las siguientes respuestas:

“Si por qué cada hemisferio tiene un función (sic) y cada estudiante desarrolla una más que otra”

“Porque depende de los hemisferios derecho como izquierdo tenemos diferentes habilidades”.

“Ya que la parte del cerebro dominante ayuda a recolectar información dependiendo que parte del cerebro más usa la persona.”

Como se puede apreciar el índice de respuestas incorrectas es alto lo que significa que los estudiantes de manera general no mejoraron sus conocimientos con respecto a este neuromito.

Ítem 2: Existen períodos críticos en la infancia para el aprendizaje, a partir de los cuales un niño ya no puede aprender ciertas cosas.

En la Tabla 7.2 se muestran los porcentajes de “correctos”, “parcialmente correctos” e “incorrectos” correspondientes al Ítem 2.

Tabla 7.2
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 2

Ítem 2	
Argumentos	Porcentaje
Correctos	18,5%
Parcialmente correctos	29,6%
Incorrectos	51,9%

El 18,5% lograron dar un argumento correcto. Ningún estudiante mencionó que esto sea un neuromito. Apenas hubo dos comentarios que hicieron referencia a la plasticidad cerebral y el aprendizaje a lo largo de la vida.

“Los períodos críticos en la infancia, aunque influyen en ciertos aspectos del desarrollo, no implican que un niño ya no pueda aprender ciertas cosas después de que estos períodos hayan pasado.

“La neuroplasticidad del cerebro permite que el aprendizaje y el desarrollo continúen a lo largo de la vida”.

“Por qué si pueden captar ya que la plasticidad del cerebro (sic) ayuda en el niño y adolescentes esto puede cambiar o adaptarse a ciertas cosas, cambiar aprendizajes a lo largo de su vida, aunque algunos con más facilidad que otros”.

“Aunque existen períodos críticos para el aprendizaje de ciertas habilidades, la idea de que un niño ya no puede aprender ciertas cosas después de esos períodos es una simplificación exagerada. La capacidad de aprendizaje es continua y flexible, permitiendo adquisiciones significativas más allá de la infancia.”

El 29,6% expresaron un argumento parcialmente correcto, mencionando alguna afirmación relacionada con el aprendizaje en la infancia. La mayoría de las respuestas expresan que no hay periodos críticos sino periodos sensibles y que sí es posible adquirir conocimientos posteriormente.

“Porque son periodos sensibles, no críticos ya que los niños pueden aprender luego, pero tienen mayor dificultad.”.

“A cualquier edad se puede aprender, quizá con demora, pero si se puede aprender”

“Hasta cierta edad se desarrollan diferentes habilidades por ejemplo la visión y la audición”.

El 51,9% dieron un argumento incorrecto o manifestaron no tener suficiente conocimiento, como se puede observar en las siguientes respuestas:

“Porque cada niño tiene su etapa de desarrollo y el atraso de estas puede afectar los nuevos aprendizajes”.

“En la infancia el niño aprende muchas más cosas que cuando es adulto”.

“Desde los 4 años se les hace complicado aprender”.

Como se puede observar en este neuromito las respuestas están más distribuidas entre las posibles opciones, determinando que, aunque el estudiantado sabe la diferencia entre periodo crítico y sensible, sus respuestas no llegan a ser del todo bien argumentadas.

Ítem 3: Los estudiantes aprenden mejor cuando reciben información a través de su estilo de aprendizaje dominante (por ejemplo: auditivo, visual, kinestésico).

En la Tabla 7.3 se muestran los porcentajes de “correctos”, “parcialmente correctos” e “incorrectos” correspondientes al Ítem 3.

Tabla 7.3
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 3

Ítem 3	
Argumentos	Porcentaje

Correctos	1,9%
Parcialmente correctos	7,4%
Incorrectos	90,7%

Este es el segundo neuromito que más alta incidencia tuvo en respuestas erróneas, considerando que es uno de los más altamente difundidos. Solamente el 1,9% logró argumentar correctamente y lo identificó como un neuromito.

“Esta afirmación es un neuromito, no está respaldada por evidencia científica robusta. Estudios han demostrado que adaptar la enseñanza a estilos de aprendizaje específicos no mejora significativamente el rendimiento académico, ni aseguran un aprendizaje óptimo”.

El 7,4% expresaron un argumento parcialmente correcto, mencionando que es mejor aplicar varios recursos al enseñar, como lo indican los principios de la educación inclusiva.

“No, existe un estilo de aprendizaje específico para un niño, puede aprender por diferentes canales, debe ser una combinación”.

“Todos tenemos formas distintas de aprender unos visualmente otros auditivamente por eso el docente debe buscar distintas formas de enseñanza para que los conocimientos lleguen a cada uno”.

“El aprendizaje es multisensorial”.

El 90,7% dieron un argumento incorrecto o manifestaron no tener suficiente conocimiento, como se puede observar en las siguientes respuestas:

“Sí porque todos somos diferentes y aprendemos de distintas formas”.

“Si porque si los docentes se enfocan en enseñarles desde su estilo dominante de aprendizaje, por ende, los estudiantes aprenderán mucho más”.

“Así el niño se va a sentir más cómodo con el aprendizaje que se le da y así capta más rápido las cosas que le enseñen”.

“Esto es verdad ya que todos aprendemos de manera diferente, y aprenderemos mejor si lo hacen desde nuestro estilo de aprendizaje”.

Como se puede observar en este caso la mayoría de las respuestas son incorrectas, sosteniendo que hay diversidad al momento de aprender y que por eso se debería utilizar la estrategia preferida por el estudiante.

Ítem 4: Un ambiente con mucha estimulación mejora el desarrollo del cerebro de los preescolares.

En la Tabla 7.4 se muestran los porcentajes de “correctos”, “parcialmente correctos” e “incorrectos” correspondientes al Ítem 4.

Tabla 7.4
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 4

Ítem 4	
Argumentos	Porcentaje
Correctos	1,9%
Parcialmente correctos	22,2%
Incorrectos	75,9%

Este neuromito también tiene un nivel considerable de aceptación. Solamente el 1,9% logró argumentar correctamente, aunque no lo identificó como un neuromito.

“No, ya que menos, es más, la sobreestimulación no ayuda al niño, más bien lo estresa y es preferible la calidad a la cantidad de estímulos”

El 22,2% expresaron un argumento parcialmente correcto, mencionando que mucha estimulación no es conveniente y mencionando mayormente que hay que respetar los tiempos de descanso.

“Se debe establecer los materiales adecuados y no exceder en materiales si no enfocarnos más en la calidad de los estimulantes”.

“Mucha estimulación puede llegar a ser cansado y frustrante, también se debe respetar los tiempos de descanso”.

El 75,9% dieron un argumento incorrecto o manifestaron no tener suficiente conocimiento, como se puede observar en las siguientes respuestas:

“Sí, porque puede entender más cosas”.

“Porque a veces donde existe estimulación los niños mejoran el desarrollo de su cerebro con la ayuda de los docentes”.

“Si, ya que puede promover el desarrollo cognitivo”.

“Si, porque la estimulación temprana promueve el desarrollo cerebral en la etapa preescolar”.

“Si, gracias a la estimulación se pueden desarrollar habilidades intelectuales, psicomotoras”.

Como se puede observar, existen muchas respuestas incorrectas, confundiendo incluso ciertos fundamentos teóricos de un ambiente estimulante con la estimulación temprana.

Ítem 5: Sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de la función cerebral de los hemisferios (izquierdo y derecho).

En la Tabla 7.5 se muestran los porcentajes de “correctos”, “parcialmente correctos” e “incorrectos” correspondientes al Ítem 5.

Tabla 7.5
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 5

Ítem 5	
Argumentos	Porcentaje
Correctos	0%
Parcialmente correctos	1,9%
Incorrectos	98,1%

Este es el neuromito que más alta incidencia presentó, coincidiendo con uno de los más altamente difundidos y difíciles de erradicar, siendo así que ningún estudiante logró acertar en sus argumentos.

Solamente el 1,9% lograron argumentar de manera parcialmente correcta, mencionando que era un neuromito.

“No está comprobado que este ayude es otro neuromito”.

“Los ejercicios de coordinación si ayudan al cerebro, más no existe una gimnasia cerebral”.

Este neuromito tiene un alto nivel de creencia pues el 98,1% dieron un argumento incorrecto o manifestaron no tener suficiente conocimiento, como se puede observar en las siguientes respuestas:

“El ejercicio libera el estrés y aporta al cerebro”.

“Los ejercicios de coordinación ayudan a los hemisferios a integrarse y relajarse ya que son los que trabajan en la función cerebral”.

“Así se despiertan los hemisferios”.

“Porque pueden contribuir a su comunicación entre hemisferios”.

“Al ser sesiones cortas ayuda a estimular las funciones cerebrales y que no sea cansado”.

Como se puede observar, este es el neuromito más ampliamente aceptado y por lo tanto resulta difícil erradicarlo. En muchas respuestas se manifiestan confusiones entre los beneficios que el ejercicio físico trae al aprendizaje y la gimnasia cerebral, no se presenta ningún argumento sobre su origen o características.

Ítem 6: La mayor parte de la capacidad intelectual es fruto de la herencia, por tanto, es poco modificable por el ambiente familiar y escolar.

En la Tabla 7.6 se muestran los porcentajes de “correctos”, “parcialmente correctos” e “incorrectos” correspondientes al Ítem 6.

Tabla 7.6
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 6

Ítem 6	
Argumentos	Porcentaje
Correctos	18,5%
Parcialmente correctos	33,3%
Incorrectos	48,2%

En este neuromito el 18,5% lograron argumentar correctamente, un estudiante lo mencionó como un mito. Las respuestas aluden a que es una combinación de ambos factores; la herencia y el ambiente – entorno que rodea al estudiante.

“La capacidad intelectual está influenciada por una combinación compleja de factores genéticos y ambientales, y no se puede atribuir principalmente a la herencia.”

“Se hereda, pero se desarrolla también con las experiencias que tenga el niño”.

“Si se debe a lo hereditario y también al ambiente donde se desenvuelve, esto puede variar”.

“Existe una base que se hereda, pero con el tiempo se construye”.

“Si es de herencia, pero también depende en el ambiente que se relaciona e interactúa”

El 33,3% expresaron un argumento parcialmente correcto, reconociendo solamente uno de los componentes que influyen en el aprendizaje.

“Depende de los hábitos (sic) donde se desarrolla el niño”.

“No es verdad ya que depende no como sea la enseñanza con el infante y como se estimule”.

“La inteligencia no se hereda, está va de acuerdo con nuestro entorno”.

El 48,2% dieron un argumento incorrecto o manifestaron no tener suficiente conocimiento. Algunas respuestas quitan totalmente el crédito al componente biológico, el cual sí aporta a la inteligencia humana.

“La capacidad intelectual si forma parte de la herencia y es poco modificable”.

“No es verdad ya que despende como sea la enseñanza con el infante y como se le estimule”.

“No por qué cada ser humano tiene diferentes habilidades y no depende de la herencia familiar”.

“La inteligencia no se hereda es de uno mismo como mi vaya aprendiendo”.

Es curioso encontrar respuestas erróneas, cuyos argumentos se derivan del género:

“Hedamos la inteligencia de nuestra mamá, y los trastornos del papá, o sea si es hereditario, pero si es modificable”.

“Es heredado por la madre (sic), pero la misma se la puede ir desarrollando según su ambiente y las experiencias que tiene la persona”.

“Según científicos hablan de que (sic) la madre hereda la inteligencia”.

Como se puede observar, las respuestas son diversas, pero no se llega a preciar claridad ni seguridad en los argumentos dados por los estudiantes.

Ítem 7: El cerebro de los niños es más grande que el de las niñas.

En la Tabla 7.7 se muestran los porcentajes de “correctos”, “parcialmente correctos” e “incorrectos” correspondientes al Ítem 7.

Tabla 7.7

Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 7

Ítem 7	
Argumentos	Porcentaje
Correctos	1,9%
Parcialmente correctos	31,5%
Incorrectos	66,6%

Solamente el 1,9% lograron argumentar de manera correcta.

“El cerebro de los niños es más grande que el de las niñas, pero el tamaño del cerebro no importa ya que tenemos las mismas capacidades para aprender”.

“En base a varios estudios, esto no quiere decir que los hombres sean más inteligentes q las mujeres tienen el mismo desarrollo”.

El 31,5% expresaron un argumento parcialmente correcto, sin embargo, las respuestas están incompletas como se puede apreciar a continuación:

“Se dice que solo le gana por unos cuantos gramos”.

“Si, pesa un poco más”

“El tamaño no tiene nada que ver con la capacidad de aprendizaje”

El 66,6% dieron un argumento incorrecto o manifestaron no tener suficiente conocimiento y otras respuestas manifiestan que esto es un mito.

“Tanto el cerebro de los niños y de las niñas son del mismo tamaño”.

“Es más que todo un mito”.

“Influye la cantidad y calidad de redes neuronales”.

“Si por la capacidad de la información que maneja”.

“No porque todos tenemos el mismo cerebro, pero diferente pensamiento”.

“Influye la cantidad y calidad de redes neuronales”.

Como se puede apreciar, se evidencia poco conocimiento ante esta realidad científica. Se presentan errores conceptuales, pues se cree que al tener mayor tamaño el cerebro, este factor tiene implicaciones considerables en el aprendizaje. También hay un buen número de argumentos que sostienen que el cerebro de niños y niñas tiene el mismo tamaño.

Ítem 8: Cuando se daña un área del cerebro, alguna otra área puede asumir su función.

En la Tabla 7.8 se muestran los porcentajes de “correctos”, “parcialmente correctos” e “incorrectos” correspondientes al Ítem 8.

Tabla 7.8
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 8

Ítem 8	
Argumentos	Porcentaje
Correctos	1,9%
Parcialmente correctos	25,9%
Incorrectos	72,2%

Solamente el 1,9% lograron argumentar de manera correcta indicando que es posible y de acuerdo con la zona del daño y apoyándose en principios como la plasticidad cerebral.

“Si porque otra área del cerebro asume su trabajo por la capacidad de plasticidad del cerebro”.

“Si, porque el cerebro tiene plasticidad para asumir funciones de áreas dañadas”.

El 25,9% expresaron un argumento parcialmente correcto, argumentando que se pueden recuperar ciertas funciones, como se puede apreciar a continuación:

“Si se lleva a remplazar ciertas funciones”.

“En algunas ocasiones porque el cerebro tiene la capacidad de adaptarse y reorganizarse”.

“Puede ser, pero ya no lo mismo como de antes”.

“El cerebro se adapta a las situaciones”.

El 72,2% dieron un argumento incorrecto o manifestaron no tener suficiente conocimiento. Hay confusiones teóricas en los términos, pues el cerebro no rejuvenece. La mayoría de las respuestas argumentan que cada parte del cerebro tiene una función y que estas no pueden ser reemplazadas.

“Puede haber lesiones y es muy difícil de rejuvenecer”.

“No, cada parte del cerebro es esencial y maneja una parte única del cerebro, ninguna puede reemplazar a la otra”.

“No se puede sustituir la función de otra parte”.

Este es un ítem que para su respuesta requiere más de conocimiento de biología cerebral, por lo que puede llegar a ser un poco confuso para los estudiantes al no tener suficientes conocimientos.

Ítem 9: El aprendizaje se produce por la generación de nuevas células cerebrales.

En la Tabla 7.9 se muestran los porcentajes de “correctos”, “parcialmente correctos” e “incorrectos” correspondientes al Ítem 9.

Tabla 7.9
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 9

Ítem 9	
Argumentos	Porcentaje
Correctos	11,1%
Parcialmente correctos	18,5%
Incorrectos	70,4%

Solamente el 11,1% lograron argumentar de manera correcta, logrando manifestar que el aprendizaje no se da por la creación de nuevas neuronas, sino por las conexiones que se dan entre ellas.

“No porque esto se da por la creación de nuevas redes neuronales donde empiezan a formar una red”.

“No, el aprendizaje no se produce principalmente por la generación de nuevas células cerebrales si no por las neuronas existentes”.

“En desacuerdo, porque el aprendizaje se produce por cambios en las conexiones neuronales, no por la generación de nuevas células”.

El 18,5% expresaron un argumento parcialmente correcto, sin agregar un argumento o simplemente indicando que no, como se puede apreciar a continuación:

“El aprendizaje no se produce principalmente por la generación de nuevas células”.

“No porque precisamente no se produce el aprendizaje por nueva células”.

El 70,4% dieron un argumento incorrecto o manifestaron no tener suficiente conocimiento.

“Si porque nos ayuda a dar más conocimiento de células cerebrales”.

“Si puede generar nuevas células en nuestro cerebro y aprender”.

“Cuando se aprende nuevas cosas también se generan nuevas células cerebrales”.

“Existen nuevas células cerebrales que receptan información nueva”.

Este es un ítem en el que no se han mencionado conceptos fundamentales como la sinapsis, lo que indica que hace falta profundizar en los conocimientos básicos de la neurociencia y su influencia en el aprendizaje.

Ítem 10: Sólo podemos aprender lo que nos emociona.

En la Tabla 7.10 se muestran los porcentajes de “correctos”, “parcialmente correctos” e “incorrectos” correspondientes al Ítem 10.

Tabla 7.10
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 10

Ítem 10	
Argumentos	Porcentaje
Correctos	25,9%
Parcialmente correctos	18,5%
Incorrectos	55,6%

Este es el neuromito que logró argumentar un mayor número de respuestas correctas, esto se debe a que posiblemente los estudiantes han podido evidenciar que se aprende y se adquieren experiencias de todo tipo de emociones, corresponde al 25,9%. Dentro de los argumentos dados se pueden mencionar:

“No es cierto, se aprende varias cosas, aunque no nos interese”.

“No solo podemos aprender lo que nos gusta, aprendemos de todo”.

“Aprendemos más con algo que nos gusta, pero podemos también aprender otro tema que no sea de nuestro interés”.

“No, porque se involucran otros aspectos también como la curiosidad y el interés”.

“No solo lo que nos emociona porque estamos en la capacidad de aprender algo q nos interesa o no sin importancia si nos emociona nos guste o no”.

El 18,5% expresaron un argumento parcialmente correcto, sin agregar un argumento completo o simplemente indicando que no.

“Podemos aprender todo”.

“Si aprendemos de las emociones, pero también aprendemos de los errores”.

Aunque este ítem tiene un mayor número de reconocimiento como un dato incorrecto, aún más de la mitad de la población encuestada 55,6% dieron un argumento incorrecto o manifestaron no tener suficiente conocimiento.

“Si porque nos interesa más”.

“Si porque solo se aprende lo que le emociona”.

“Si porque es algo que nos parece interesante”.

7.1.2 Resultados del cuestionario en las preguntas abiertas

Como se había indicado el cuestionario de estudiantes tenía 6 preguntas abiertas con respecto al conocimiento sobre neurociencias, las implicaciones de estas en la educación y la forma en la que se enseñan.

Con respecto a la Pregunta 1: *¿Qué entiende por Neurociencia Educativa?* La mayoría de estudiantes lograron dar una definición muy simplificada de lo que entienden por Neurociencia Educativa; indicando principalmente que estudia el cerebro, su funcionamiento, el sistema nervioso central y las neuronas, aunque únicamente 8 la reconocen como *una ciencia*. 22 estudiantes la relacionaron con los procesos cognitivos, la enseñanza o el aprendizaje, 6 con el comportamiento y 1 con las emociones. Y hay 9 estudiantes que la describen de manera errónea. A continuación, se presentan algunas de las respuestas del estudiantado:

“Combina la neurociencia cognitiva y la psicología educativa para comprender cómo funciona el cerebro durante el aprendizaje.”

“La neurociencia educativa estudia el desarrollo del cerebro y procesamiento de la información en los niños.”

“Consiste en comprender como funciona el cerebro para aplicarlo a la mejora del proceso del aprendizaje...”

“La Neurociencia Educativa es una disciplina que estudia cómo el cerebro humano aprende y procesa la información en el contexto educativo.”

“Habla sobre las partes del cerebro su función y el desempeño que cumple cada parte del cerebro.”

Al referirnos a la Pregunta 2: *Señale 3 implicaciones que puede tener la neurociencia en su futura práctica profesional.* La mayoría de estudiantes no lograron tener un desarrollo discursivo y argumentativo adecuado, ya que las respuestas fueron muy cortas, mencionando algunos conceptos y características de la neurociencia educativa y palabras sueltas que no conforman una idea. Se evidencia también, el sesgo que tienen las respuestas al provenir de diferentes campos de formación (Educación Infantil, Primaria y Especial), pues de manera general; las respuestas se distribuyen entre los aportes de la psicología (comportamientos y emociones), el desarrollo del individuo, la neurodiversidad e identificación de necesidades educativas especiales y el desarrollo y aplicación de mejores estrategias didácticas. 2 estudiantes manifestaron no tener conocimientos para responder a esta pregunta. Dentro de las respuestas que contienen ideas completas se pueden mencionar:

“Nos ayuda a entender los apegos de los niños, además a tener en cuenta el desarrollo de las diferentes habilidades y por último nos permite tener en cuenta cuales son las etapas de desarrollo del niño.”

“Procesos cognitivos, sensoriales y motrices, conocer lo que es apto para niños con las edades que trabajaremos, actividades que estimulen el cerebro de los niños.”

“Entender los comportamientos de los niños, a qué edad es cuando aprenden más se dan las conexiones en neuronas y las horas más efectivas para enseñar.”

“La Neurociencia brinda un mejor entendimiento de cómo enseñar y que a los niños de cada edad, brinda que los niños no aprenden de una sola manera, nos ayuda a saber si existe algún problema intelectual y emocional.”

“La neurociencia ayuda a una educación y aprendizaje mejor, optimizar las estrategias educativas y a comprender el desarrollo del cerebro del niño.”

“Mejor comprensión del aprendizaje, apoyo a estudiantes con necesidades especiales, reconocer las particularidades y requerimientos únicos de cada estudiante.”

“Ayuda a entender más el comportamiento de los infantes, para liderar cambios en los enfoques educativos, a mejorar nuestras estrategias de enseñanza.”

Incluso se encontraron respuestas directamente relacionadas con los neuromitos: *“Como es el desarrollo del cerebro en los niños, cómo trabaja cada hemisferio y como aprenden los diferentes cerebros, conocer como el cerebro almacena la información en distintos cerebros de los niños.”*

Con respecto a la pregunta 3: *¿Le han enseñado Neurociencia aplicada a la educación en sus estudios? ¿En qué asignaturas?* 2 estudiantes manifestaron que no saben, 12 estudiantes indicaron que no han recibido conocimiento sobre esta asignatura. 5 estudiantes indicaron haber revisado algunos contenidos en

asignaturas del colegio como Biología o Ciencias Naturales. La mayoría de estudiantes (25) mencionaron la asignatura Neurociencia en las diferentes carreras, 5 estudiantes manifestaron haber recibido conocimientos neurocientíficos en asignaturas relacionadas con las didácticas de Lengua y Literatura, Ciencia Naturales y Ciencias Sociales.

Se encontró un dato interesante, pues algunos de los docentes que imparten las asignaturas relacionadas con las neurociencias, cuando imparten otras asignaturas como la Catedra Integradora, a decir de los estudiantes; también abordan algunos conceptos neurocientíficos dentro de estas, lo que indica que los docentes que conocen sobre neurociencia educativa proyectan estos conocimientos en otras cátedras y las relacionan de manera transversal con el currículo, pudiendo abordar los contenidos neurocientíficos en cualquier asignatura.

La pregunta 4 hace referencia a las estrategias más mencionadas y reconocidas para la enseñanza de las neurociencias. De manera general se evidencia que, de acuerdo al Modelo Pedagógico Educativo, los docentes utilizan métodos de enseñanza cooperativa y colaborativa. 7 estudiantes mencionaron el método expositivo con la utilización de materiales multimedia como: diapositivas, presentaciones, videos e imágenes (23 estudiantes), 6 estudiantes mencionaron la lectura de libros y artículos. 2 estudiantes reconocen la importancia de la retroalimentación que aplica el docente, así como también 4 estudiantes reconocen la pertinencia de usar ejemplos reales y experiencias de la vida diaria. Se mencionaron también otras estrategias como el uso de apuntes (3), elaboración de maquetas (4) y juegos (1). 2 estudiantes manifestaron que se utilizan lecciones y cuestionarios y solamente 1 estudiante mencionó los

debates como estrategia de enseñanza. Finalmente, como se puede comprobar en el estudio de los sílabos, los estudiantes reconocieron que es una asignatura con bastante contenido teórico.

Con respecto a la pregunta 5: *¿Ha leído algún artículo, libro, comunicación, congreso sobre Neurociencia aplicada a la educación? ¿Qué tema trataba? ¿Por requerimiento de alguna asignatura o por motivación propia?*, la mayoría de estudiantes (17) manifestaron que no han leído algún material sobre neurociencias, aunque algunos indicaron (26) que sí lo han hecho por requerimiento de alguna asignatura durante su formación, especialmente el libro *Apuntes de Neurociencia Educativa* (2022), en donde tenemos un capítulo publicado. 8 estudiantes manifestaron haber leído algún texto por motivación propia y 2 han asistido voluntariamente al Taller Neuromitos en Educación Inicial que impartimos en el II Congreso de Educación Inicial en la UNAE, evidenciando interés y curiosidad por aprender sobre los neuromitos en educación. A continuación, algunos de sus comentarios:

“Si por requerimiento de la asignatura ya que abordamos distintos temas relacionados a la neurociencia.”

“Un poco por mis propios medios han sido solo textos y trataban sobre mitos de la neurociencia.”

“Sobre los mitos de la neurociencia, motivación propia.”

“Asistí a un congreso sobre neuromitos en la educación.”

“Si, el libro se llamaba Neurociencia ciencia educativa y trataba sobre las partes del cerebro y cómo influye en el aprendizaje de los niños.”

En la pregunta 6: *¿Qué temas de Neurociencia aplicada a la educación se deberían incluir en tus estudios?* Dentro de los temas que más interés despiertan en los estudiantes están: la neuroeducación, la identificación de necesidades educativas especiales, emociones y motivación, manejo del comportamiento, la neurodidáctica y el neurodesarrollo. Los temas se repiten de acuerdo al contenido de las guías de asignatura. A continuación, algunos comentarios que el estudiantado ha considerado importante estudiar:

“Sobre cómo funciona el cerebro en los niños para entenderles mejor... Sería muy bueno que en todos los estudios las aplicarán.”

“Temas de Neurociencia aplicada a la educación que considero se deberían incluir en los estudios son: plasticidad cerebral, memoria y aprendizaje, desarrollo del cerebro en la infancia y adolescencia, y estrategias para mejorar la atención y concentración en el aula.”

“Seguir estudiando las áreas en las cuales se desarrollan las diferentes habilidades de los niños y así poder tener en cuenta como poder estimularlas.”

CAPÍTULO 8. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA COMPROBAR LA TERCERA HIPÓTESIS

En el presente capítulo se detalla el diseño experimental para comprobar nuestra tercera hipótesis (*H3*): *Realizar una intervención didáctica en neurociencias aplicadas a la educación, específicamente sobre neuromitos, a través del aprendizaje por indagación con lo cual se mejorarán los conocimientos y la aplicación de neurociencias en los futuros docentes.*

8.1 DISEÑO DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA ENSEÑAR NEUROCIENCIAS A FUTUROS MAESTROS

Las prácticas de enseñanza no han cambiado significativamente desde sus inicios, siendo todavía la clase magistral la estrategia que prevalece para la “transmisión de conocimientos”. Se usan procedimientos de repetición y memorización de contenidos y se utilizan procesos de evaluación que consisten en probar y medir la capacidad del estudiantado para reproducir información. Frente a una enseñanza monológica, en la que la voz del profesorado explica el conocimiento establecido, los espacios dialógicos (en los que se cruzan varias voces y se interpelan unas a otras, fomentando la contratación de ideas y la argumentación) son más eficaces para un aprendizaje dirigido a la comprensión y a la reconstrucción de la ciencia intuitiva del estudiantado (Pozo, 2020).

El conocimiento es considerado como una construcción dialógica que se construye de manera colaborativa y al mismo tiempo se apropia de manera individual, en este proceso dialógico, el profesorado cumple un rol activo como organizador y coordinador de las actividades del estudiantado y como un copartípe en la búsqueda de significado y entendimiento. Con esta

metodología se cede el protagonismo en la enseñanza al estudiantado, promoviendo su participación en la construcción de sus propios conocimientos.

La presente propuesta didáctica se fundamenta en el aprendizaje por indagación, el cual incrementa la propia comprensión de los temas que resultan importantes porque contribuyen a desarrollar aquello que la persona necesita saber y dominar, en este caso específico sobre los neuromitos en la educación. Se incluyen actividades de enseñanza y actividades de reflexión, utilizando diversos medios y recursos para facilitar el aprendizaje.

La creación de comunidades de indagación no es un fin en sí mismo o el objetivo central de la actividad, sino un aspecto intrínseco del trabajo en el contexto de actividades que trascienden el currículum prescrito (Wells y Mejía Arauz, 2005), lo que facilita la reflexión, la deconstrucción y reconstrucción de conocimientos a través del pensamiento crítico poniendo en duda cualquier afirmación que no tenga respaldo científico.

La propuesta además toma en cuenta los conocimientos previos del estudiantado, ya que estos son fundamentales para crear relaciones entre lo que se cree, conoce o asume y la creación de futuros aprendizajes. Para que el estudiantado dude de sus intuiciones hay que enfrentarlos a problemas, nuevas situaciones que no puedan predecir correctamente y preguntas generadoras que desafíen lo que ya saben (o creen saber) sobre una determinada afirmación neurocientífica o un neuromito, o requerirles que expliquen y den sentido a sus intuiciones, reconstruyendo sus saberes científicos (Pozo, 2020).

La estrategia didáctica retoma también los aportes de la neurociencia a la educación, que prioriza el trabajo colaborativo sobre el trabajo individual. Se considera que la creación de un ambiente de aprendizaje adecuado, la disposición física, la cohesión del grupo y se reconoce el impacto que tienen las interacciones que se llevan a cabo en el aula como una de las influencias más importantes en la calidad del aprendizaje. Las actividades están planificadas de tal manera que su realización provee diferentes oportunidades de aprendizaje, coincidiendo con Wells y Mejía Arauz (2005) con quien manifiesta que “actividades en las que la coordinación de acciones verbales y no verbales se convierte en un elemento en especial relevante en la construcción conjunta de significados” (p. 6).

El aprendizaje por indagación es también una respuesta a la diversidad del aula, puesto que el estudiantado tiene creencias intuitivas firmemente arraigadas y predicciones erróneas, sobre muchos de los fenómenos y los conceptos que estudia la ciencia, procede de diferentes contextos, con niveles educativos muy variados, con una riqueza cultural propia y con un bagaje de conocimientos derivado del entorno en el que se desenvuelven, por lo tanto sus ideas y creencias respecto a las afirmaciones científicas también son muy variadas. La enseñanza de la ciencia debe ayudar no solo a explicitar esas creencias personales o intuitivas, sino también a reconstruirlas o cambiarlas por medio de un diálogo con otras formas de saber y pensar más complejas (Pozo, 2020).

“En consecuencia, en muchos campos una parte importante de apoyo a la indagación es facilitar la formación de comunidades de trabajo que se reúnen para intercambiar ideas y para reportar y recibir retroalimentación en su progreso.” (Wells y Mejía Arauz, 2005). Plantear preguntas abiertas adecuadas

y que están conectadas con la experiencia del estudiantado, hace posible que afloren las ideas personales, y a partir de estas respuestas, se generan dudas e interés por aprender cuál puede ser la explicación más idónea.

8.2 SECUENCIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE NEUROMITOS: APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN

A continuación, se presenta una secuencia didáctica (SD) utilizada para la enseñanza de neuromitos para alumnado que la ha trabajado en grupos de 20 a 30 alumnos. Esta SD se ha impartido en 9 horas de clase, de las 240 que constituyen la materia “*Neurociencia y aprendizaje humano*” del segundo año de la Licenciatura en EE de la UNAE. Se presentan las actividades propuestas y realizadas con el alumnado, seguidas de unos comentarios en los que se describen los resultados esperados y en qué medida se han conseguido, así como algunas contestaciones más interesantes a las mismas de los propios estudiantes.

La SD se organizó en actividades concretas de acuerdo con el estudio de los neuromitos abordados. A continuación, presentamos, para cada neuromito estudiado, el objetivo perseguido, las actividades (A) propuestas y, en cursiva, los comentarios didácticos (CD) al respecto.

a) Neuromito 1: La diferencia en la dominancia hemisférica (cerebro izquierdo, cerebro derecho) puede explicar en parte las diferencias individuales entre estudiantes.

Objetivo: Reconocer que la dominancia hemisférica no es un argumento suficiente para creer que los estudiantes aprenden mejor desde su dominancia hemisférica cerebral.

A1: Se organiza la clase en forma circular, se inicia realizando una lluvia de ideas sobre los conocimientos previos del estudiantado en relación con el cerebro tomando como base las siguientes preguntas: ¿Conocen la estructura del cerebro? ¿Qué funciones cumple el cerebro?

CD A1: Pretendemos que los estudiantes expongan sus ideas previas sobre la estructura y funciones del cerebro, dentro de las respuestas están: que el cerebro es quien toma las decisiones, que es un órgano vital que puede tener diferencias individuales, que ningún cerebro es igual a otro, que es el encargado del aprendizaje.

A2: Hemisferios y funciones: Utilizando una imagen del cerebro se explican las funciones de cada hemisferio.

CD A2: Se les proporciona una explicación basándonos en la revisión de una infografía (Figura 1) y el libro Apuntes de neurociencia educativa (2023).

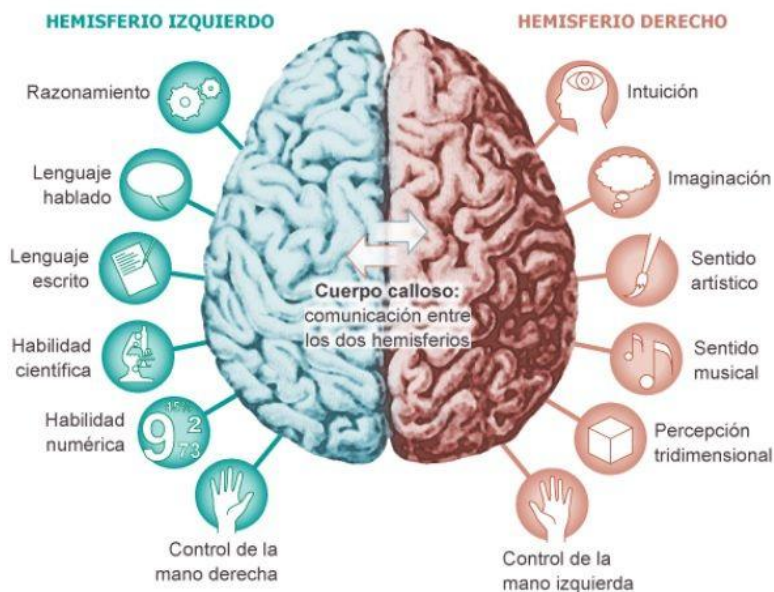


Figura 1

Hemisferios cerebrales y sus funciones

Nota: Área Ciencias. (s.f.). Hemisferios cerebrales y sus funciones

[Imagen]. Área Ciencias.

<https://www.areaciencias.com/biologia/hemisferios-cerebrales/>

A3: Posteriormente se pide a los estudiantes que escriban ejemplos de actividades en las que consideren que se use uno u otro hemisferio cerebral.

CD A3. En esta actividad se pretende que los estudiantes ejemplifiquen y atribuyan que cada hemisferio realiza un tipo de actividad, lo cual no es muy correcto.

A4: Reflexión grupal: ¿En realidad “domina” un lado del cerebro al llevar a cabo una tarea? Se pide que los estudiantes se coloquen en dos filas, frente a frente, representando cada fila un hemisferio. Se entrega una madeja de hilo. Se presentan diferentes tarjetas que contienen una tarea específica, por

ejemplo: ¿pensar qué procedimientos sigue un artista para pintar un cuadro?, ¿qué hace un futbolista cuando está en la cancha y va a hacer un pase?, entre otras.

CD A4. Se pide indicar una actividad a realizar o un ejemplo de un problema a resolver. Con cada paso de la tarea, se pasa la madeja de uno a otro, para el final poder visualizar cómo se ha movido la madeja, demostrando la integración de los hemisferios para la resolución de problemas y se pretende que el estudiantado compruebe que en la mayoría de las actividades que realizamos intervienen ambos hemisferios.

Durante mucho tiempo, ha habido una creencia de que los hombres y las mujeres tienen diferencias innatas en la lateralización cerebral, lo que significa que se creía que los hombres utilizan más el hemisferio izquierdo del cerebro, mientras que las mujeres usan más el hemisferio derecho. La idea de que las mujeres son más emocionales y que los hombres son más racionales debido a diferencias en la lateralización cerebral ha sido cuestionada. La realidad es que las habilidades cognitivas, emocionales y de comportamiento están influenciadas por una combinación de factores biológicos, sociales culturales y por las experiencias, que no se pueden reducir a una única causa.

En conclusión, considerar que la dominancia cerebral sea una condición que explica las diferencias entre los estudiantes, es una afirmación muy simple, puesto que estas diferencias vienen dadas por otros factores tales como: las habilidades personales, los ritmos de

aprendizaje, la neurodivergencia, las características personales, familiares y sociales, entre otras. Las funciones cerebrales no pueden ser consideradas al momento de desarrollar planes de clase, puesto que el aprendizaje involucra la activación de varias estructuras cerebrales. La capacidad de aprendizaje depende de las redes neuronales, es decir de las conexiones que se realizan entre neuronas, por lo tanto, el aprendizaje, así como el uso del cerebro es holístico, pues ambos hemisferios están interconectados por millones de axones y el cuerpo calloso.

En base a las explicaciones, respuestas y aclaraciones de este neuromito, el estudiantado comenzó a cuestionar la efectividad de realizar ejercicios de gimnasia cerebral para “integrar” los hemisferios cerebrales, cuestión que se tratará más adelante. Precisamente esto es lo que se busca con el aprendizaje por indagación, que puedan aparecer nuevas dudas y cuestionamientos a lo que aparentemente se conoce o se utiliza.

b) Neuromito 2: Existen períodos críticos en la infancia para el aprendizaje, a partir de los cuales un niño o una niña ya no puede aprender ciertas cosas.

Objetivo: Reconocer que hay actividades que, aunque cuyo desarrollo generalmente se da en la primera infancia, se pueden seguir aprendiendo en el futuro, aunque con un poco más de dificultad.

A5: Se organiza la clase en forma de U para realizar un conversatorio donde se identifiquen los conocimientos previos sobre el desarrollo infantil y el aprendizaje temprano de habilidades, tomando como base a las siguientes

preguntas: ¿A qué edad aprende un niño a hablar? ¿A qué edad aprende un niño a caminar?

CD A5. Con esta actividad se busca conocer los conocimientos que el estudiantado tiene sobre el desarrollo infantil, las cuales fueron respondidas mayormente desde la experiencia personal que, desde algún fundamento teórico, puesto que el estudiantado de EE no recibe formación sobre desarrollo temprano hasta finales del tercer año.

A6: Explicación de los contenidos sobre los periodos sensibles utilizando una imagen de referencia.

CD A6. Para la A6 se realiza una explicación de los periodos sensibles en base al texto e imagen de Nash (1997).

A7: En base a la pregunta ¿Saben qué es la plasticidad cerebral?, se piden ideas del estudiantado y se construye de manera conjunta un concepto de plasticidad cerebral.

CD A7. La A7 comprende la construcción conjunta de un concepto de plasticidad cerebral, en la que determinaron que “la plasticidad cerebral es una capacidad que tiene el cerebro de aprender de todo lo que le rodea”, también que “el cerebro es plástico y puede adaptarse a los aprendizajes”.

A8: Conversatorio con preguntas guía: ¿Qué pasa con los niños que no aprenden en esas edades? ¿Podrían aprender luego? ¿Qué apoyos necesitan? ¿Creen que puedan tener éxito para aprender? ¿Hasta cuándo aprenden las personas? ¿Qué sucede con los niños que tienen retrasos en el desarrollo, todos ellos, nunca aprenden a hablar? ¿Qué oportunidades hay para las personas que

han sufrido daño cerebral? ¿Tenemos en cuenta que en un aula podemos tener niños con una diferencia de edad de casi un año?

CD A8. Durante el conversatorio en la A.8 el estudiantado expuso diferentes casos de su vida personal y académica, indicando principalmente que “con la estimulación adecuada los niños si pueden aprender”, desde la educación inclusiva se argumenta que “aun cuando exista alguna discapacidad, siempre se aprende algo”.

Después de la exposición de varios ejemplos se concluye que, aunque existan períodos sensibles en los que el cerebro se encuentra más predispuesto para recibir cierto tipo de estimulación; de tal manera que permite la óptima adquisición de ciertas habilidades cognitivas y conductuales, este tiene la capacidad de aprender a lo largo de la vida. También que todo proceso educativo tiene un beneficio por más pequeño que sea (se genera algún aprendizaje), que con la estimulación y apoyos adecuados es posible volver a aprender o “reaprender” ciertas cosas, aunque pueda tomar más tiempo o esfuerzo. Esta puntualización se profundizará más adelante en la discusión de otro neuromito.

De 0 a 5 años se desarrollan y fortalecen aspectos cognitivos, sensoriales y volitivos fundamentales para el ciclo vital, entre los cuales se pueden mencionar el lenguaje, el pensamiento, la visión, la audición, el control emocional, las habilidades sociales, la formación de símbolos, el desarrollo de habilidades numéricas, formas habituales de responder, entre otros. Estos aspectos, que se desarrollan a lo largo

de la vida, tienen una particular evolución en los primeros tres años (Santi-León, 2019).

c) Neuromito 3: Los estudiantes aprenden mejor cuando reciben información a través de su estilo de aprendizaje dominante (por ejemplo: auditivo, visual, kinestésico).

Objetivo: Reconocer que, aunque teóricamente existen diferentes estilos de aprendizaje, el cerebro aprende como un todo, integrando varios tipos de estímulos para el aprendizaje.

A9: Organizados en forma de U, se da lectura al siguiente caso: En una clase de ciencias de 6º grado, la profesora Martínez tiene un grupo de 25 estudiantes. Se propone dar una clase cuyo objetivo es que los estudiantes comprendan el ciclo del agua. El grupo es heterogéneo y los estudiantes tienen diferentes estilos de aprendizaje predominantes:

- Estudiantes visuales: María y Pedro aprenden mejor cuando la información se presenta de forma gráfica y visual. Tienen facilidad para interpretar diagramas y les gusta subrayar sus apuntes con colores.
- Estudiantes auditivos: Juan y Carla se destacan cuando reciben información a través de explicaciones orales. Prefieren escuchar la lectura en voz alta o discutir conceptos en grupo.
- Estudiantes kinestésicos: Sofía y Miguel necesitan moverse o manipular objetos para comprender conceptos. Les cuesta permanecer sentados durante mucho tiempo y aprenden mejor a través de actividades prácticas.

CD A9. Con la A9 se espera despertar el interés del estudiantado mediante la lectura conjunta de un caso en el que se abordan los estilos de aprendizaje.

A10: Se separa el grupo en tres subgrupos, cada uno de los cuales debe leer nuevamente el caso y dar respuesta argumentando una de las siguientes preguntas:

- ¿Es posible o viable que un docente planifique sus clases de acuerdo a cada estilo de aprendizaje?, argumenten sus respuestas.
- ¿Para atender la diversidad, cuál es la forma adecuada de planificar una clase?, indiquen los fundamentos teóricos con los que realizan su planteamiento.
- ¿De qué manera un enfoque centrado en los estilos de aprendizaje puede limitar o enriquecer la enseñanza de un grupo diverso?

CD A10. La actividad A.10 consiste en analizar y argumentar tres preguntas: la primera plantea si ¿Es posible o viable que un docente planifique sus clases de acuerdo a cada estilo de aprendizaje?, en principio esta afirmación pareció ser correcta y adecuada, sin embargo, al discutir la situación que un profesor tendría que hacer por lo menos tres planificaciones surgieron argumentos en contra, tomando en cuenta el tiempo que esto llevaría a los docentes y la dificultad de poder llevarlo a la práctica.

En relación con la pregunta: ¿Para atender la diversidad, ¿cuál es la forma adecuada de planificar una clase?, indiquen los fundamentos teóricos con los que realizan su planteamiento. El estudiantado fácilmente

identificó que una de las estrategias para atender a la diversidad desde la planificación es el Diseño Universal de Aprendizaje (DUA), cuyos principios según Pastor (2012) son:

- 1. Presentar múltiples formas de representar la información y el contenido, mediante diferentes soportes y formatos, ya que no todos procesamos la información de la misma manera teniendo diversas capacidades de percepción o comprensión.*
- 2. Presentar múltiples formas de acción y expresión, permitiendo al alumnado encontrar diferentes formas para expresar lo aprendido y demostrar los aprendizajes de acuerdo con sus preferencias o capacidades.*
- 3. Presentar múltiples formas de motivar y comprometer al alumnado, proporcionando distintas maneras de estimular y asegurar el compromiso y la cooperación.*

La pregunta ¿De qué manera un enfoque centrado en los estilos de aprendizaje puede limitar o enriquecer la enseñanza de un grupo diverso? Dentro de las respuestas e intervenciones surgió que plantear este tipo de planificación curricular sería igualmente segregador, pues se deberían plantear actividades de enseñanza y evaluación diferentes para cada estilo de aprendizaje. Adicionalmente los estudiantes también cuestionaron planificar con base en la Teoría de las Inteligencias Múltiples (Gardner, 1983) aunque ese apartado no sea objeto de estudio en este trabajo, concluyendo que, en lugar de beneficiar, el uso de estas estrategias limitaría la enseñanza en la diversidad.

Los estilos de aprendizaje hacen referencia a la forma predominante y preferente para asimilar contenido, asumiendo que estos pueden tener un impacto significativo si se contemplan los métodos preferentes del alumnado. Investigaciones como las de Kavale y Forness (1987), Coffield et al. (2004) y Krätzig y Arbuthnott (2006) revelaron que no existe relación significativa en utilizar estrategias didácticas relacionadas directamente con el estilo de aprendizaje preferido. Es decir, no hay resultados evidentes que apunten a la mejora del proceso pedagógico.

d) Neuromito 4: Un ambiente con mucha estimulación mejora el desarrollo del cerebro de los preescolares.

Objetivo: Reconocer los efectos de la sobreestimulación en el aprendizaje.

A11: De manera grupal se ve el video sobre la vida de ratones en su entorno natural. <https://www.youtube.com/watch?v=VN9jO4RWGaw>.

Posteriormente en grupo se cuestionan las siguientes interrogantes: ¿Qué desafíos presenta un ratón en su entorno natural?, ¿La privación de estímulos es una situación “natural” para los ratones?

CD A11. Esta actividad busca que los estudiantes identifiquen características que los ratones desarrollan al encontrarse en su ambiente natural y establecer diferencias con un entorno controlado como un laboratorio.

A12: En grupo se observan imágenes de aulas de clase sobresaturadas de estímulos y se analizan de manera crítica las siguientes preguntas: ¿Es verdad que “mientras más estímulos reciba un niño, es mejor”?, ¿Qué efectos podría tener un exceso de estímulo en el cerebro de un niño?, ¿Qué habilidades

cognitivas podrían verse afectadas?, ¿De qué manera los ambientes altamente estimulantes pueden favorecer o limitar la concentración y el aprendizaje?

CD A12. Esta actividad propone desarrollar posturas críticas con respecto a las prácticas habitualmente utilizadas en las aulas de clase al incluir una cantidad de estímulos dentro del aula. Ante la pregunta: ¿Es verdad que “mientras más estímulos reciba un niño, es mejor” ?, hubo dudas y respuestas divididas, aunque superaron las de los estudiantes que consideran que esta afirmación es verdadera, llevando a comentarios como “los niños son como esponjas, aprenden de todo” y por lo tanto “es necesario darles el mayor número de estímulos posibles, especialmente en los primeros años”. Al consultarles ¿De qué manera los ambientes altamente estimulantes pueden favorecer o limitar la concentración y el aprendizaje?, la mayoría de los estudiantes consideran que sí es beneficioso estimular a los niños con muchos recursos y desconocen los efectos que esto podría tener en el cerebro de un niño, dando únicamente las respuestas: “cansancio y desinterés”.

Al preguntarles sobre las habilidades cognitivas que podrían verse afectadas mencionaron mayormente “la atención”, sin mencionar el estrés.

A13: En esta actividad los estudiantes harán propuestas en relación con las siguientes preguntas: ¿Qué rol juegan la calidad y la intencionalidad de los estímulos en lugar de la cantidad? ¿Cómo se puede crear un ambiente de aprendizaje que promueva el desarrollo cerebral sin sobre estimular?

CD A13. En esta actividad se esperaba que los estudiantes hicieran propuestas para mejorar las condiciones y ambientes de las aulas de clase. En cuanto a la pregunta ¿Qué rol juegan la calidad y la intencionalidad de los estímulos en lugar de la cantidad?, empezaron a relacionar con otros ejemplos como el tiempo que comparten los niños con sus padres; “más vale calidad que cantidad”, de igual manera se hicieron comentarios relacionados con la educación como que “en educación inclusiva es importante que los niños realicen actividades que realmente sean significativas para ellos”, “no se deben enviar demasiadas tareas”, “las tareas muchas veces son muy largas y no tienen sentido”. Con respecto a la pregunta: ¿Cómo se puede crear un ambiente de aprendizaje que promueva el desarrollo cerebral sin sobre estimular?, se hicieron algunas sugerencias como: “no tener tantos materiales en las paredes”, “organizar mejor el aula”, “mantener el orden y la limpieza”.

Finalmente, se hacen comentarios sobre la importancia de no sobrecargar las aulas con estímulos visuales, auditivos y kinestésicos, puesto que esto puede perjudicar el aprendizaje y la concentración de los niños, aumentar sus niveles de estrés e incurrir en faltas de comportamiento.

Las investigaciones realizadas por el Dr. Mark Rosenzweig et al. (1962) con el objetivo de medir los efectos de las influencias ambientales sobre aspectos estructurales y arquitectónicos del cerebro, al colocar a ratas criadas en “ambientes estimulantes” y otras en “ambientes empobrecidos”, concluyeron que los animales que

habían crecido en contextos enriquecidos presentaban mayor densidad cortical, más prolongaciones dendríticas y un número mayor de sinapsis, sin considerar que en condiciones habituales, las ratas no viven aisladas ni encerradas; sino que se desenvuelven en entornos en los que pueden correr, trepar y buscar alimentos. Esta mala interpretación en el campo educativo lleva a creer que la sobreestimulación puede favorecer el desarrollo de capacidades y habilidades, pero muy al contrario esto puede causar estrés en los niños.

e) Neuromito 5: Sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de la función cerebral de los hemisferios (izquierdo y derecho).

Objeto: Desmitificar el uso de ciertos programas educativos que ofrecen mejorar el aprendizaje.

A14: Se muestra un video sobre brain gym <https://www.youtube.com/watch?v=ZyyBaxTbQhU> y se pide que tomen nota de las frases que llamen su atención para escribirlas en la pizarra.

CD A14. Muchos docentes y padres de familia alrededor del mundo están llevando a cabo una serie de “ejercicios cerebrales” creyendo erróneamente esto beneficiará el aprendizaje y la integración de los hemisferios cerebrales. Brain gym propone una serie de ejercicios con el objetivo de que los estudiantes mejoren su rendimiento cognitivo, sus fundamentos teóricos están cimentados en tres dimensiones asociadas: equilibrio, locomoción y coordinación sensomotriz. Este programa se basa se apoya en teorías como la

Doman-Delacato que establece la remodelación de patrones neurológicos, dominancia cerebral y de entrenamiento perceptivo motriz, siendo un modelo terapéutico desarrollado para intervenir a niños con lesiones a nivel cerebral, sin embargo, no está comprobado científicamente que esto de resultados en niños que no tienen dicha condición y menos aún sus implicaciones y beneficios dentro del aula de clase.

De esta manera la A14 se utiliza como una actividad introductoria que promueve la reflexión a partir de observar el video, lo que se busca es cuestionar la facilidad que actualmente existe para encontrar contenido que se aplica en las escuelas y que no cuenta con respaldo científico. Las frases que más llamaron la atención del estudiantado fueron: “estos ejercicios mejoran la capacidad de aprender y la salud de nuestros cerebros...” “despiertan las capacidades de nuestro cerebro y mejorar la concentración...” “lo bueno es que no necesitan material y se pueden usar en cualquier lugar” “ayuda a mejorar las conexiones entre las neuronas” “favorecen la atención, la comunicación y la creatividad” “ayudan a controlar el estrés”.

A15: En base al video se realizan las siguientes preguntas: ¿Consideran que este tipo de ejercicios sirve para mejorar el aprendizaje? ¿Qué funciones creen que mejoran? ¿Qué evidencias científicas encontramos sobre la afectividad de estos ejercicios? ¿Cómo funcionan los hemisferios cerebrales en la realización de tareas complejas?

CD A15. Con respecto a la primera pregunta, ¿Consideran que este tipo de ejercicios sirve para mejorar el aprendizaje?, hubo un poco de dudas y rumores entre el estudiantado, algunos se mostraron escépticos, pero otros mencionaron haber visto utilizar este tipo de ejercicios en la práctica o incluso recomendados en algunos talleres o congresos. Al consultar por ¿Qué funciones creen que mejoran?, respondieron lo mencionado en el video: la atención, la concentración y la creatividad. Cuando se abordó la pregunta ¿Qué evidencias científicas encontramos sobre la afectividad de estos ejercicios?, no hubo muchas respuestas, algunos mencionaron que “no hay evidencia científica”, sin embargo, no se notaban seguros en sus respuestas o no tenían argumentos con los que respaldarse. Al preguntar ¿Cómo funcionan los hemisferios cerebrales en la realización de tareas complejas?, la mayoría recordaron la actividad de la integración cerebral y del aprendizaje como un todo, además de algún otro dato neurocientífico como mencionar algunas funciones del cuerpo calloso.

A16: Investigar acerca de los buenos hábitos que son favorables para el cerebro y el aprendizaje. Una vez investigado se realiza un conversatorio en torno a las siguientes preguntas: ¿Qué tipos de actividades se recomiendan desde la neurociencia para estimular el desarrollo cognitivo y motor en niños y adolescentes? ¿Qué beneficios tiene la hidratación adecuada en el cerebro? ¿Qué alimentos se consideran buenos para el cerebro?

CD A16. Al realizar esta actividad el estudiantado investigó sobre algunos hábitos que son favorables para el cerebro y el aprendizaje, en base a la lectura textos de Jesús Guillén: Capítulo 5: Cuerpo sano,

mente sana, del libro Neuroeducación en el aula (Guillén, 2017) y Capítulo 11: La gimnasia cerebral, del libro Neuromitos en educación (Forés et al. 2015). Una vez leídos los textos se realiza un conversatorio en torno a las siguientes preguntas: ¿Qué tipos de actividades se recomiendan desde la neurociencia para estimular el desarrollo cognitivo y motor en niños y adolescentes?, en donde se conoció que lo que beneficia al cerebro es la actividad física, no los ejercicios de Brain gym que originalmente se creó en base a un modelo terapéutico para el tratamiento de niños con lesiones cerebrales que presentaban déficits neuromotrices, pero su efectividad no ha sido comprobada. Se reconoce también que el sueño es necesario para “fijar los conocimientos en la memoria”, por lo que es importante procurar un buen descanso con al menos 8 horas.

Con respecto a la hidratación se concluye que, aunque la ingesta de agua es necesaria para mantener una buena salud, lo único comprobado son los efectos de la deshidratación (memoria a corto plazo, percepción visual o estado de ánimo), su ingesta no se relaciona directamente con la mejora de los procesos cognitivos.

Otro factor que entró en discusión fue la alimentación, llegando a la conclusión que es importante desayunar bien para poder rendir de mejor manera en las actividades escolares, siendo necesaria la ingesta de carbohidratos para el hipocampo y las funciones ejecutivas. La ingesta de proteínas es necesario para la producción de dopamina, necesaria para la atención. También se recomienda tener ingestas

pequeñas durante el día para evitar los bajones energéticos por falta de insulina, especialmente en las jornadas extendidas.

f) Neuromito 6: La mayor parte de la capacidad intelectual es fruto de la herencia, por tanto, es poco modificable por el ambiente familiar y escolar.

Objetivo: Reconocer que, en el aprendizaje, aunque tiene un componente genético, tienen más significación las experiencias y vivencias del entorno para generar aprendizajes.

A17: Conversatorio grupal sobre reflexiones a partir del dicho popular “De tal palo tal astilla”, ¿Se podría interpretar que los hijos son inteligentes porque sus padres también lo son?

CD A17. Aunque esta afirmación ha trascendido a lo largo de los años a través de investigaciones de corte psicológico y sociológico como las de Goddard o Cyril Burt (Gould, 1997), cuyos resultados han sido utilizados como medias excluyentes, clasificatorias y selectivas en la educación. Teorías como la de Gardner (1983), sostienen que la inteligencia humana no puede ser medida como un único factor (cociente intelectual, CI), sino por el contrario está constituida por una serie de aptitudes mentales independientes e importantes, que influyen en estos factores. No existe un gen que determine la inteligencia, esta es una consecuencia de la interacción de genes y ambiente, por lo que Lewontin et al. (1996) afirman que todo organismo está en continuo desarrollo durante toda su vida y está bajo la influencia de lo heredado y el ambiente donde se desenvuelve, por otra parte, Willingham (2011)

señala que la herencia genética influye, pero que lo hace más el entorno. El conversatorio grupal sobre reflexiones a partir del dicho popular “De tal palo tal astilla” y el planteamiento de la pregunta ¿Se podría interpretar que los hijos son inteligentes porque sus padres también lo son? Dio paso a múltiples reflexiones en contra de esta, puesto que el estudiantado manifestó que “depende del entorno en el que se desarrolle el niño y de la estimulación que reciba”, indicando también que hay factores mayormente correspondidos con la herencia: “el temperamento sí se hereda”.

A18: Con la ayuda de un organizador gráfico en la pizarra se anotan las ideas de los estudiantes con respecto a ¿qué recibimos de nuestros padres y qué recibimos del entorno?

CD A18. Para la A.18 en la pizarra se plasmaron las ideas con respecto a la pregunta ¿Qué recibimos de nuestros padres y qué recibimos del entorno? con el apoyo de un organizador gráfico, las respuestas en relación con la herencia variaron desde características psicológicas (temperamento, carácter), valores (bondad, perseverancia, trabajo) y enfermedades (diabetes, problemas cardíacos, trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad, Autismo), mayormente no se menciona la inteligencia. Se retoman nuevamente las reflexiones relacionadas con la importancia de propiciar ambientes estimulantes.

A19: Se reflexiona tomando como base las siguientes preguntas: Imagina dos gemelos idénticos separados al nacer y llevados a entornos de aprendizaje diferentes ¿su nivel, ritmo y logros de aprendizaje serán los mismos? ¿Tendrán

el mismo nivel cognitivo si sus oportunidades académicas fueron diferentes (escuelas públicas o privadas, nivel de educación de los padres, acceso a actividades extracurriculares)? ¿Qué rol juegan el entorno y las experiencias en el desarrollo de la inteligencia a lo largo de la vida? ¿Cómo influye el ambiente familiar y escolar en el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales?

CD A19. En cuanto a la A.19 surgieron reflexiones sobre la inteligencia de las personas: incluso en niños que nacen en el mismo hogar, que son criados por la misma familia, que van a la misma escuela... tienen diferencias en su aprendizaje”. El debate se enriqueció con comentarios sobre las diferencias que existen entre las escuelas públicas y privadas en el Ecuador, considerando que: “en las privadas hay mayores oportunidades para aprender”, “la calidad de la educación en las privadas es mejor”, “las condiciones socioeconómicas también influyen en el aprendizaje”, “hay padres o cuidadores que son analfabetos y no pueden ayudar a los niños”.

Con respecto a la pregunta: ¿Qué rol juegan el entorno y las experiencias en el desarrollo de la inteligencia a lo largo de la vida?, se ratifican las posturas con respecto a que es necesario tener una estimulación adecuada (sin caer en la sobreestimulación), también que muchas veces es necesario priorizar las experiencias que los recursos (tecnológicos, económicos...), considerando que el cerebro tiene la capacidad de aprender siempre, Otro punto a favor fue que “como docentes hay que crear oportunidades para el aprendizaje”, “los niños

aprenden de todo lo que les rodea, por eso hay que fomentar un mayor número de experiencias de aprendizaje”.

Finalmente, en la pregunta ¿Cómo influye el ambiente familiar y escolar en el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales?, se hizo mención a la importancia de contar con entornos favorables para el aprendizaje, reconociendo que la familia es el entorno más cercano para el aprendizaje del niño, que conviene fomentar entornos con “buenos tratos” ya que “no se aprende de la mejor manera cuando está en entornos estresantes o aburridos”, ya que el ambiente educativo influye en los procesos de aprendizaje.

Luego de todas estas reflexiones se concluye que es importante no caer en extremos y pasar del hereditarismo al ambientalismo, considerando que tanto la herencia genética como el ambiente desempeñan un papel fundamental e interactúan de manera recíproca, correspondiendo a un 50 - 50, entendiendo que los genes no pueden ser modificados por la educación, ya que todos venimos con un componente genético que nos hace únicos, sin embargo, el ambiente transforma a la persona. Los genes predisponen a unas respuestas predeterminadas, y a la vez limitan al desarrollo de ciertas actividades, pero el ambiente, la educación, favorece que se manifiesten en mayor o menor grado o incluso se optimicen (Bueno, 2017; Caballero, 2021; Bueno y Forés, 2024).

g) Neuromito 7: En tamaño, el cerebro de los niños es igual que el de las niñas.

Objetivo: Reconocer que el cerebro de los hombres es anatómicamente más grande que el de las mujeres, sin embargo, esto no determina el nivel de inteligencia de ninguno de los dos sexos.

A20: Se inicia con la siguiente lectura para la reflexión: Médicos como Broca, Lombroso y otros, trataron de medir la inteligencia con medidas del tamaño del cerebro. Esta es una de las primeras creencias sobre el cerebro que dio pie a una ciencia, la craneometría (ahora considerada pseudociencia). Descubrieron que, anatómicamente, el cerebro masculino, en particular el de los varones blancos y anglosajones (WASP), tiene mayor peso y volumen que el femenino o que el de algunas poblaciones indígenas. En consecuencia, así “demostraron” que las mujeres o indígenas eran menos inteligentes porque sus cerebros eran de menor tamaño, lo que justificó la prohibición para estudiar o votar de las mujeres y la colonización hacia las comunidades nativas. ¿Qué piensan sobre este hecho? ¿Cuánta verdad hay en esto?

CD A20. Durante el siglo XIX, científicos como Broca y Lombroso intentaron medir la inteligencia a partir del análisis del tamaño del cerebro, descubriendo que anatómicamente el cerebro de los varones tiene mayor peso y volumen que el de las mujeres, afirmando que los hombres eran más inteligentes. Esa afirmación es falsa, ya que el tamaño del cerebro no influye en el aprendizaje, las recientes investigaciones neurocientíficas han demostrado que la capacidad cerebral viene dada por las conexiones neuronales que se generan a

través de las experiencias, la educación y el ambiente en el que se desenvuelven los individuos a lo largo de la vida.

La lectura de la A.20 dio origen a discusiones sobre la falta de credibilidad en ese texto, puesto que el estudiantado considera que estas investigaciones no tienen fundamento suficiente para realizar prohibiciones para las mujeres al momento de ejercer el voto, tomar decisiones o estudiar, aunque se reconoce que aún ahora existen estigmas entre las carreras consideradas “para hombres” por ser más difíciles o que requieren más tiempo y dedicación que muchas veces las mujeres no asumen por la maternidad. Surgió también una discusión relacionada con problemas más complejos como la diferencia en los salarios entre hombres y mujeres (aunque esto tampoco esté justificado).

A21: Se realiza un conversatorio en base a las siguientes preguntas: ¿Quién tiene, en promedio, el cerebro más grande, el hombre o la mujer?, con respecto a esto entonces ¿Quién es más inteligente, el hombre o la mujer? ¿Qué factores explican las diferencias de tamaño cerebral entre hombres y mujeres? ¿Existen diferencias significativas en el funcionamiento cognitivo entre niños y niñas a partir del tamaño del cerebro?

CD A21. Continuando con la A.21 en base a la lectura se reconoce que aunque anatómicamente el cerebro de los hombres sea más grande y pesado, no existen diferencias significativas entre las capacidades cognitivas de niños y niñas: “ambos tienen la capacidad de realizar las mismas cosas”, “las capacidades no dependen del tamaño del cerebro sino la estimulación y experiencias que se reciban”. Dentro de

las discusiones salieron otros temas como la posibilidad de que hombres y mujeres realicen de mejor manera ciertas actividades, por ejemplo; el sentido de ubicación y el cuidado del hogar, aunque esto es cierto y se remonta a la época de los primeros pobladores de la tierra, cuando los hombres salían a cazar lo que exigía una mayor capacidad de orientación y ubicación espacial, por el otro lado la mujer se quedaba al cuidado de los hijos y el hogar, aún hay ciertos prejuicios sobre qué actividades realizan mejor hombres que mujeres, o acerca de la posibilidad de que las mujeres sean capaces de realizar varias tareas a la vez, aunque desde la neurociencia sabemos que esto no es así en realidad, pues el cerebro no es “mutlitasking”.

A22: Investigar qué es el coeficiente de encefalización ¿Que pone de manifiesto? ¿Qué seres vivos tienen el cerebro más grande? ¿Son más inteligentes?

CD A22. Con esta actividad se espera desarrollar capacidades investigativas y de conocimiento sobre un hecho científico que ayude a desmitificar esta afirmación. El coeficiente de encefalización es una medida que evalúa el tamaño relativo del cerebro de un animal en comparación con el tamaño promedio del cerebro de otras especies con el mismo peso corporal. Se utiliza para estimar la "capacidad cerebral" o inteligencia de un animal. En este caso, aunque la masa del cerebro es menor en las mujeres, también lo es su masa corporal, por tanto, dicho coeficiente será similar en ambos sexos. Evidentemente si el tamaño del cerebro fuese una medida de inteligencia los seres vivos más inteligentes serían las ballenas,

cachalotes, elefantes, etc. Por tanto, esto nos lleva a concluir que el tamaño del cerebro no es una medida de inteligencia.

h) Neuromito 8: Cuando se daña un área del cerebro, ninguna otra área puede asumir su función.

Objetivo: Reconocer que el cerebro gracias a la plasticidad cerebral es capaz de regenerarse y recuperar ciertas funciones cuando sufre algún daño.

A23: Observar el documental “Cerebros rotos”, <https://www.youtube.com/watch?v=dDi-ycVXOU> y sacar ideas principales expresadas en el video.

CD A23. Norman Doidge en el siglo XX propone una nueva perspectiva del comportamiento cerebral pasando de una idea de locacionismo (cada área del cerebro tiene una función altamente específica que solo esa región puede realizar) sin lograr la recuperación posterior a una lesión, a la de plasticidad cerebral capaz de recuperar aquellas destrezas perdidas por la reorganización celular sustituyendo las funciones de aquellas células que se mueren. La neuroplasticidad tiene implicaciones para las experiencias básicas de aprendizaje en el aula y la educación sin importar la edad, ya que se da reconocimiento del aprendizaje durante todo el proceso de vida del ser humano, eliminando la creencia de un aprendizaje solo en la infancia, favoreciendo el uso de este método en todos los ambientes académicos: jardín, colegio y/o universidades, brindando herramientas a los docentes para crear didácticas.

La A23 resultó muy emotiva para el estudiantado, escucharon cada caso con atención y sus intervenciones derivaron principalmente en comparaciones y críticas hacia el sistema de salud ecuatoriano, “...allá (España) si se puede trabajar con el daño cerebral, pero aquí no hay ese tipo de centros...”, “si hay terapias ocupacionales en los hospitales públicos, pero no alcanzan a atender todos los casos”, “en centros particulares esas terapias son muy caras...”.

A24: Investigar en Internet programas de rehabilitación cerebral cuya efectividad haya sido demostrada. Identificar algunos ejemplos de personas que recuperaron una función cerebral perdida y cómo lograron dicha recuperación.

CD A24. Al ser una temática más enfocada desde el ámbito médico, esta actividad de búsqueda de información en Internet no alcanzó la profundidad y el debate esperados, se encontraron algunos programas que buscaban estimular mayormente el funcionamiento ejecutivo, otro aspecto relevante fue identificar las aportaciones y beneficios de la terapia ocupacional en personas con daños neurológicos, se mencionó también el Programa Multicomponente de Rehabilitación Neuropsicológica, que integra diversas técnicas para trabajar en áreas cognitivas afectadas en pacientes con daño cerebral adquirido, el estudio de García-Molina et al. (2018) evidenció mejoras significativas en la funcionalidad de los participantes.

A25: Una persona que ha sufrido un accidente y se han afectado sus funciones cerebrales ¿podrá volver a tener una vida normal y hacer todas las cosas que hacía antes del accidente? ¿Qué mecanismos del cerebro permiten que una

función dañada pueda ser asumida por otra área? ¿De qué manera el aprendizaje y la práctica continua influyen en la capacidad del cerebro para reorganizarse después de una lesión? ¿Qué papel juegan la motivación y el ambiente en la recuperación funcional del cerebro?

CD A25. esta actividad se abordó nuevamente el concepto de la plasticidad cerebral, como la capacidad que tiene el cerebro para crear nuevas conexiones que permiten aprender o reaprender alguna actividad. Se expusieron opiniones derivadas de las necesidades educativas especiales como, por ejemplo: “cuando hay una pérdida sensorial, el cerebro potencia otras áreas para compensar lo perdido”.

Con respecto a la pregunta: ¿De qué manera el aprendizaje y la práctica continua influyen en la capacidad del cerebro para reorganizarse después de una lesión?, el estudiantado argumentó que “la recuperación depende de la estimulación o terapias que se reciba...”, “puede tomar más o menos tiempo según el caso y el tipo de lesión”, “mientras más pronto se reciba la intervención es mejor, pero hay que ser constantes”, “cuando hay una lesión (cerebral) es necesario realizar rehabilitación adecuada y cuanto antes mejor”.

En la pregunta ¿Qué papel juegan la motivación y el ambiente en la recuperación funcional del cerebro?, los argumentos fueron variados indicando que “depende de cada persona y su capacidad de resiliencia, esfuerzo y constancia...”, “cada terapia es diferente, son personalizados de acuerdo con la persona y el daño”, también indicaron que “hay casos en que se sabe que no habrá recuperación. por lo que se debe preparar a la persona y a sus familias para eso...”,

“aunque el cerebro tenga una gran capacidad de recuperación gracias a la plasticidad cerebral hay casos en los que las lesiones son muy graves y no se puede hacer nada...”

i) Neuromito 9: El aprendizaje se produce por la generación de nuevas células cerebrales.

Objetivo: Reconocer mediante qué procedimiento cerebral se generan nuevos aprendizajes.

A26: Colocados en forma de U, se inicia la clase con una dinámica en la que los estudiantes deben recordar una característica de cada uno de sus compañeros y deberán ir repitiendo la serie de palabras en orden. Se repite el ejercicio con la misma secuencia varias veces, mientras más lo repiten más fácil resulta recordar. Se realiza la siguiente pregunta ¿para realizar este ejercicio creen que su cerebro construye nuevas neuronas o conexiones entre ellas?

CD A26. Desde la perspectiva neurocientífica, el aprendizaje se basa en la capacidad que tiene el cerebro para reorganizarse estructural y funcionalmente en respuesta a estímulos internos o externos (plasticidad sináptica). Este proceso involucra cambios en la fuerza de las conexiones sinápticas entre neuronas, facilitando la formación y consolidación de nuevas redes neuronales que subyacen a la memoria y al aprendizaje.

Así, en la A26 se esperaba que los estudiantes dijeran que lo que se produce con el ejercicio realizado son nuevas conexiones, sin

embargo, hubo muchas dudas en sus respuestas, sin lograr dar una respuesta concreta. Se indicó que las conexiones neuronales se fortalecen cada vez que una red neuronal se activa al mismo tiempo para realizar una tarea repetitiva, por lo tanto, no es que se generan más neuronas al desarrollar funciones cognitivas o emocionales.

A27: Se pide buscar los significados de las palabras neurogénesis y sinaptogénesis, posteriormente se pide argumentar las siguientes preguntas: ¿Cuál es la diferencia entre la generación de nuevas neuronas y la formación de nuevas conexiones entre neuronas existentes? ¿Cómo afecta la experiencia y la práctica en la reestructuración de conexiones neuronales existentes? ¿Qué cambios ocurren en el cerebro a nivel sináptico cuando adquirimos una nueva habilidad o conocimiento? Se reflexiona sobre cómo cada experiencia de aprendizaje genera nuevas conexiones sinápticas o fortalece las ya existentes, y por qué este proceso permite aprender y recordar de manera duradera.

CD A27. En esta actividad el estudiantado encontró el significado de las palabras neurogénesis y sinaptogénesis, argumentando que la diferencia entre la generación de nuevas neuronas y la formación de nuevas conexiones entre neuronas existentes, recae precisamente en estos conceptos, en donde en el primer caso se da una “creación de nuevas neuronas”, “se da en el proceso de desarrollo del cerebro” y la formación de nuevas conexiones o reestructuración de las existentes “se da cuando reforzamos lo aprendido, lo memorizamos o lo

La segunda pregunta hace referencia a ¿Cómo afecta la experiencia y la práctica en la reestructuración de conexiones neuronales existentes?, el estudiantado señaló que “la experiencia juega un papel

fundamental...”, porque el cerebro tiene la capacidad de “recordar lo aprendido y conectar con el conocimiento nuevo”, reconociendo así conceptos como el aprendizaje significativo, la zona de desarrollo próximo o la relevancia de los conocimientos previos en el aprendizaje.

Con respecto a los cambios que ocurren en el cerebro a nivel sináptico cuando adquirimos una nueva habilidad o conocimiento, el estudiantado argumentó que “las redes neuronales siguen aumentando, se siguen fortaleciendo... fijando más los conocimientos y guardando los aprendizajes”. Se reflexiona sobre cómo cada experiencia de aprendizaje genera nuevas conexiones sinápticas o fortalece las ya existentes, y es este proceso el que permite aprender y recordar de manera duradera.

j) Neuromito 10: Sólo podemos aprender lo que nos emociona.

Objetivo: Reconocer que, aunque la curiosidad, motivación y los niveles bajos de estrés favorecen el aprendizaje, es posible también aprender de situaciones que no tenemos interés.

A28: Organizados en grupos de cuatro personas, se pide a los estudiantes pensar en situaciones positivas o negativas con las que hayan aprendido algo. ¿Existen ejemplos en tu experiencia de aprendizaje donde aprendiste algo sin una emoción fuerte? ¿Cómo fue el proceso?

CD A28. Aunque los aprendizajes pueden ser mejor asimilados cuanto la temática abordada es de interés del estudiante, porque al ser un tema que le interesa presta más atención y precisamente eso es lo que produce mejores aprendizajes, además del autocontrol y la motivación,

que muchas veces vienen dadas por estrategias didácticas interesantes y novedosas. El interés por el aprendizaje nace de la curiosidad y de la motivación intrínseca de querer conocer más, ya que la curiosidad activa los circuitos emocionales del cerebro que facultan la atención y concentración. Los seres humanos podemos aprender de todo tipo de experiencias, no necesariamente solo aquellas que nos causan una emoción positiva, adicionalmente muchas cosas son aprendidas porque debemos hacerlo o porque simplemente son necesarias en un determinado contexto., más no porque sea de nuestro gusto o interés.

Las actividades planteadas son más autorreflexivas y se responden en base a las propias experiencias, con la A.28 se espera que el estudiantado identifique ejemplos de cosas que hayan aprendido de una manera “normal”, es decir sin que hay intervenido de una emoción fuerte (que le haya marcado o dejado un recuerdo). Mencionaron que muchas veces han aprendido cosas “porque ya ha tocado...”, “por obligación”. Indican por ejemplo clases de la universidad en donde las asignaturas y las formas de enseñar “han sido aburridas”, pero de igual forma “han prestado atención, tomado notas y resuelto actividades...”. Reconocen que la forma de enseñar es muy relevante, pues hace que “se sientan más interesados o que aprendan mejor”.

A29: Reflexionar sobre el siguiente planteamiento: Normalmente ¿aprendes números de teléfono o información necesaria gracias a alguna emoción? ¿Es posible que una persona aprenda eficazmente un tema que no le genera

emociones fuertes? Plantea algunas situaciones de la vida diaria que evidencien esto.

CD A29. Con la A29 se busca que el estudiantado reflexione sobre las formas en las que aprenden cualquier información relevante para su vida como una dirección o un número de teléfono, indican que “muchas veces aprendemos porque es necesario, aunque no sea interesante”. Indican que mayormente en la universidad no aprenden con actividades que les generen emociones fuertes que refuercen sus aprendizajes “pero igual hemos aprendido...”, consideran que “depende más de la atención o el interés que pongan en la asignatura”. Dieron el ejemplo de aprender a manejar, para muchos este es un aprendizaje muy motivador, pues lo relacionan con independencia y situaciones personales favorables, lo que los lleva a poner toda su atención, además de que si no le dan la importancia esperada podría llegar a poner su vida en riesgo. Otro ejemplo que indicaron es cuando fueron madres o padres, donde “no sabían cómo actuar o qué era lo mejor”, sin embargo, tenían que poner toda su atención y cuidado pues la vida del bebé dependía de ellos totalmente, “en estos casos si intervienen las emociones, pero no siempre es así...”.

A30: ¿Qué otros factores, aparte de la emoción, podrían contribuir a la efectividad del aprendizaje? ¿En qué medida crees que la motivación puede ser independiente de la emoción para impulsar el aprendizaje?

CD A30. Para la A30 se espera que los estudiantes identifiquen otros factores aparte de las emociones que contribuyan a la efectividad del aprendizaje, mencionaron que es necesario generar buenos ambientes

de aprendizaje, así como también las características de los docentes recalcando la paciencia, la buena comunicación, el respeto y el conocimiento didáctico. Con respecto a la pregunta ¿En qué medida crees que la motivación puede ser independiente de la emoción para impulsar el aprendizaje?, indicaron que “cuando uno está motivado, presta más atención y por lo tanto aprende mejor, eso depende de los profes y como enseñen...”, “hay asignaturas que son muy teóricas o siempre se enseñan de la misma manera, lo que baja la motivación”. Se concluye que no es necesario estar “emocionados” para aprender, que depende más del interés y dedicación que se ponga a los estudios, así como también “es importante estar motivados y tener metas claras que ayuden a seguir adelante para culminar los estudios.”

8.3 EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Para evaluar la propuesta didáctica se aplicó la secuencia didáctica descrita en el apartado anterior, la cual se ha aplicado a 111 estudiantes de EP, EI y EE. La propuesta se desarrolló en torno al aprendizaje por indagación, alternando las actividades entre grupos pequeños y la totalidad del grupo, llevando a cabo discusiones académicas que favorecieron el cuestionamiento, la reflexión, la metacognición y la “visibilización” del pensamiento y posicionamiento frente a los distintos neuromitos.

Considerando que lo que se busca es comprobar en qué medida la propuesta contribuye a superar las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de los contenidos relacionados con los neuromitos, se ha utilizado el cuestionario descrito en el apartado 6.1, dicho cuestionario se ha aplicado previo a la implementación de la propuesta didáctica (resultados pre), obteniendo así los

datos cuantitativos. La aplicación de la propuesta se llevó a cabo durante 4 sesiones, de dos horas cada una. Adicionalmente como evaluación cualitativa presentamos algunas de las respuestas del estudiantado mostradas en los comentarios de la propuesta.

CAPÍTULO 9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA TERCERA HIPÓTESIS

En el presente capítulo se presentan los resultados de las diferentes pruebas estadísticas realizadas con el grupo experimental con el que se aplicó la propuesta didáctica, realizando pruebas pretest y posttest, para comprobar nuestra tercera hipótesis (*H3*): *Realizar una intervención didáctica en neurociencias aplicadas a la educación, específicamente sobre neuromitos, a través del aprendizaje por indagación con lo cual se mejorarán los conocimientos y la aplicación de neurociencias en los futuros docentes.*

9.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL

El grupo experimental lo conformaron 111 estudiantes entre 17 y 29 años, 96 mujeres y 15 hombres, 43 de Educación Especial, 37 de Educación Infantil y 31 de Educación Básica, quienes recibieron los contenidos sobre neuromitos educativos a través del aprendizaje por indagación.

Como ya se indicó anteriormente, el cuestionario estuvo conformado por 10 proposiciones de las cuales 8 correspondieron a neuromitos y 2 fueron afirmaciones verdaderas, a las que el estudiantado debía contestar de acuerdo con su nivel concordancia con estas en una escala de 0 a 2 y adicionalmente argumentar sus respuestas.

Para la corrección todos los ítems tienen las mismas categorías, 2 puntos para argumentos correctos, 1 punto para argumentos medianamente correctos y 0 puntos para argumentos erróneos, no contestados o manifestar que no se tiene conocimiento suficiente, por lo tanto, la puntuación máxima es 20 y la mínima 0.

9.1.1 Comparación de las puntuaciones globales entre pretest y posttest. Grupo experimental. Prueba de Wilcoxon.

Para comparar las puntuaciones globales de los grupos pretest y posttest, es necesario determinar si las muestras siguen o no una distribución normal, para poder aplicar una prueba paramétrica (t de Student de muestras emparejadas) o su alternativa no paramétrica (Wilcoxon). Para ello se realiza la prueba de Kolmogorov - Smirnov tanto para la muestra del pretest como del posttest.

En el grupo experimental se observó que para la variable que contiene las sumas de todas las respuestas de cada estudiante del pretest (SUMA_PRE), se obtiene una Significación Asintótica Bilateral (SAB) de 0,000, menor que 0,05. En la variable que contiene la suma de todas las respuestas de cada estudiante del posttest (SUMA_POST), se obtiene una SAB de 0,006, también menor que 0,05, con estos resultados se evidencia que ninguna de las variables sigue una distribución normal y por lo tanto se deben utilizar pruebas no paramétricas (Anexo 1).

Dado que los datos no siguen una distribución normal, para comparar la media global de los grupos pretest y posttest se utiliza la prueba no paramétrica para grupos relacionados Wilcoxon, para determinar si existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y del posttest.

Los resultados de la prueba de Wilcoxon evidencian que la SAB es igual a 0,000, menor que 0,05, es decir que existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones globales del grupo experimental pretest (4,1) y posttest (9,4) previo al análisis ítem a ítem, como se evidencia en la Tabla 9.1 y por lo tanto se confirma que se ha producido una mejora estadísticamente significativa al realizar la intervención, revisar (Anexo 1).

Tabla. 9.1*Comparación de medias del grupo experimental pre y post*

Experimental Pre		Experimental Post		SAB	r
Media	DE	Media	DE		
4,1	3,6	9,4	4,9	0,000	0,6

Como se puede observar, la media del grupo experimental después de la intervención alcanza un valor significativamente mayor en comparación con el pre, lo que indica que la intervención ha mejorado los conocimientos del grupo experimental. Se demuestra que existen diferencias significativas entre los grupos en los distintos ítems, por lo que podemos concluir que implementar el aprendizaje por indagación para la enseñanza de contenidos relacionados con los neuromitos en la educación, resulta una estrategia efectiva. Además, el tamaño del efecto es grande, lo que evidencia una mejora significativa en el aprendizaje del estudiantado.

9.1.2 Distribución de la diferencia de respuestas correctas entre el pretest y el postest

Para visualizar mejor manera la mejora en las puntuaciones globales del estudiantado, realizamos la resta entre la suma de respuestas correctas en el postest y la suma de las respuestas correctas en el pretest. La Figura 2 muestra la distribución en las frecuencias de esta diferencia:

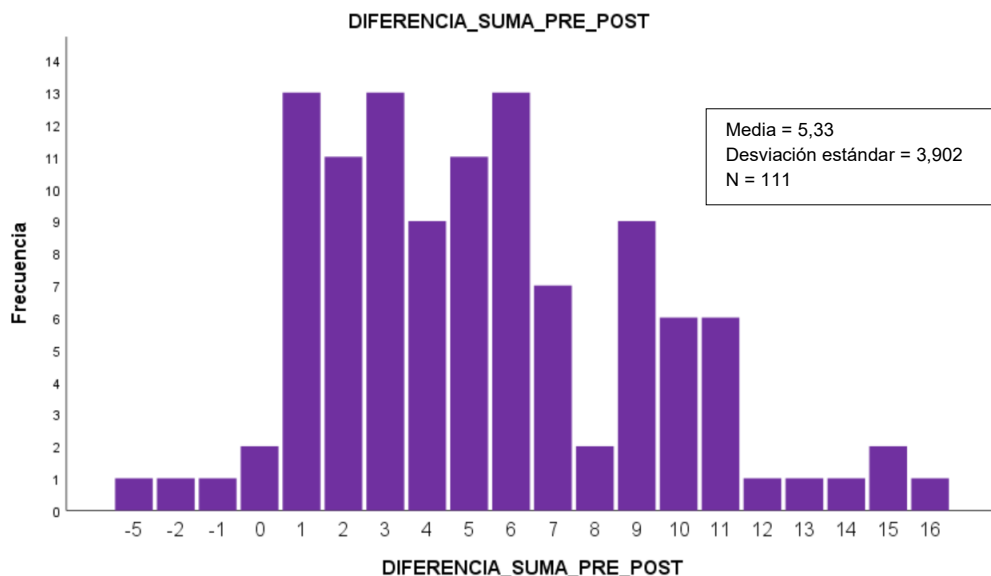


Figura 2

Histograma de la Diferencia de Respuestas Correctas entre el Pretest y Postest

La primera columna del histograma muestra que hay un estudiante que empeoró su puntuación en 5 puntos, así mismo hay un estudiante que empeoró su puntuación en dos puntos y un estudiante que empeoró su puntuación en un punto. La cuarta columna del histograma muestra que dos estudiantes mantuvieron la misma puntuación en el pretest y en el postest. Los 106 estudiantes restantes mejoraron su puntuación, obteniendo una mejora cercana a 5 puntos en promedio y por tanto que contestaron correctamente 2 preguntas y una parcialmente correcta en promedio mejor en el postest que en el pretest.

9.1.3 Comparación de los resultados obtenidos en cada ítem del cuestionario en el pretest y en el postest. Tablas de Contingencia y contrastes de Homogeneidad Marginal

Las Tablas de contingencia facilitan la visualización de las respuestas que han cambiado o no luego de un proceso de intervención, este análisis se realiza ítem a ítem. La diagonal principal evidencia el número de estudiantes que no han modificado sus argumentos. El triángulo superior derecho evidencia el número de estudiantes que mejoraron sus argumentos y el triángulo inferior izquierdo evidencia el número de argumentos que empeoraron en cada uno de los ítems.

Por otra parte, la prueba de Homogeneidad Marginal compara uno a uno los resultados obtenidos en cada ítem del cuestionario en el pretest y en el postest, con el objetivo de determinar si existen o no diferencias significativas entre ellos.

A continuación, se analiza uno a uno los ítems del cuestionario.

Ítem 1: La diferencia en la dominancia hemisférica (cerebro izquierdo, cerebro derecho) puede explicar en parte las diferencias individuales entre estudiantes.

Al observar la Tabla 9.2, del Ítem 1, se aprecia que 53 estudiantes que no respondieron o respondieron con un argumento incorrecto en el pretest, repitieron su respuesta en el postest; 1 estudiante mantuvo su respuesta parcialmente correcta y 10 estudiantes mantuvieron un argumento correcto.

Tabla 9.2
Tabla de Contingencia para el Ítem 1

Pre	Post			
		0	1	2
	0	53	11	16
	1	7	1	8
	2	3	2	10

Se puede observar que 11 estudiantes pasaron de no tener un argumento, a colocar un argumento parcialmente correcto, 16 ganaron conocimiento al pasar de incorrecto a un argumento válido y 8 lograron justificar correctamente, habiendo antes colocado una respuesta parcialmente correcta. Es decir que 35 estudiantes mejoraron sus conocimientos en relación con este neuromito.

Así también 7 estudiantes pasaron de tener un argumento parcialmente correcto, a uno equivocado y un estudiante se mantuvo en su argumento parcialmente correcto; tres estudiantes pasaron de tener un argumento correcto a uno incorrecto y un estudiante pasó su respuesta correcta a una parcialmente correcta.

En el resultado de la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem la SAB = 0,000, menor que 0,05, por lo tanto, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre las respuestas al Ítem 1 en pretest y posttest.

Ítem 2: Existen períodos críticos en la infancia para el aprendizaje, a partir de los cuales un niño ya no puede aprender ciertas cosas.

En la Tabla 9.3, del Ítem 2, se observa que 29 estudiantes que no respondieron o respondieron con un argumento incorrecto en el pretest, repitieron su respuesta en el postest; 1 estudiante mantuvo su respuesta parcialmente correcta y 22 estudiantes mantuvieron sus respuestas con argumentos correctos.

Tabla 9.3
Tabla de Contingencia para el Ítem 2

Pre	Post			
		0	1	2
	0	29	12	19
	1	2	1	14
	2	5	7	22

Se evidencia que 12 estudiantes pasaron de una respuesta incorrecta a una parcialmente correcta y 19 a una respuesta correcta, 14 estudiantes pasaron de una respuesta parcialmente correcta a una correcta. Un total de 45 estudiantes mejoraron sus conocimientos en relación con este neuromito.

Finalmente, se muestra que 2 estudiantes pasaron de tener un argumento parcialmente correcto, 5 estudiantes pasaron de un argumento correcto a uno incorrecto y 7 pasaron de un argumento correcto a uno parcialmente correcto.

En el resultado de la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem la SAB = 0,000, menor que 0,05, lo que demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los argumentos del Ítem 2 en el pretest y el postest.

Ítem 3: Los estudiantes aprenden mejor cuando reciben información a través de su estilo de aprendizaje dominante (por ejemplo: auditivo, visual, kinestésico).

En la Tabla 9.4, del Ítem 3, se evidencia que 71 estudiantes no respondieron o respondieron con un argumento incorrecto en el pretest y repitieron su respuesta en el postest; 3 estudiantes mantuvieron su respuesta parcialmente correcta y 5 estudiantes mantuvieron argumentos correctos.

Tabla 9.4
Tabla de Contingencia para el Ítem 3

Pre	Post			
		0	1	2
	0	71	6	17
	1	7	3	2
	2	0	0	5

En los que mejoraron, 6 estudiantes pasaron de una respuesta incorrecta a una parcialmente correcta y 17 a una respuesta correcta, 2 estudiantes pasaron de una respuesta parcialmente correcta a una correcta. Un total de 25 estudiantes mejoraron sus conocimientos en relación con este neuromito. P

Por otra parte, 7 estudiantes pasaron de tener un argumento parcialmente correcto a uno incorrecto y ningún estudiante pasó de tener un argumento correcto a uno parcialmente correcto o erróneo.

En el resultado de la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem la SAB = 0,000, menor que 0,05, lo que demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los argumentos del Ítem 3 en el pretest y el postest.

Ítem 4: Un ambiente con mucha estimulación mejora el desarrollo del cerebro de los preescolares.

En la Tabla 9.5, del Ítem 4, se muestra que 34 estudiantes no respondieron o respondieron con un argumento incorrecto en el pretest y repitieron su respuesta en el postest; ninguno tuvo una respuesta parcialmente correcta tanto en el pretest como en el postest y 21 estudiantes repitieron un argumento correcto.

Tabla 9.5
Tabla de Contingencia para el Ítem 4

Pre	Post			
		0	1	2
	0	34	9	39
	1	2	0	4
	2	2	0	21

En cuanto a mejoras, se evidencia que 9 estudiantes pasaron de una respuesta incorrecta a una parcialmente correcta y 39 a una respuesta correcta, 4 estudiantes pasaron de una respuesta parcialmente correcta a una correcta, por lo tanto 52 estudiantes mejoraron sus conocimientos en relación con este neuromito.

Así también, 2 estudiantes pasaron de tener un argumento parcialmente correcto a uno incorrecto; 2 estudiantes pasaron de tener un argumento correcto a uno incorrecto y ningún estudiante pasó de tener un argumento correcto a uno parcialmente correcto o erróneo.

En el resultado de la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem la SAB = 0,000, menor que 0,05, lo que demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los argumentos del Ítem 4 en el pretest y el postest.

Ítem 5: Sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de la función cerebral de los hemisferios (izquierdo y derecho).

La Tabla 9.6 del Ítem 5 demuestra que 75 estudiantes no respondieron o respondieron incorrectamente en el pretest, repitiendo sus respuestas en el postest; ningún estudiante tuvo una respuesta parcialmente correcta tanto en el pretest como en el postest y 1 solo estudiante argumentó correctamente tanto en el pretest como en el postest.

Tabla 9.6
Tabla de Contingencia para el Ítem 5

Pre	Post			
		0	1	2
	0	75	12	20
	1	2	0	0
	2	0	1	1

Se observa que 12 estudiantes pasaron de una respuesta incorrecta a una parcialmente correcta y que 20 pasaron a un argumento correcto, ningún estudiante pasó de una respuesta parcialmente correcta a una correcta, por lo tanto 32 estudiantes fueron capaces de argumentar correctamente este neuromito.

Por otro lado, se aprecia que 2 estudiantes pasaron de tener un argumento parcialmente correcto a uno incorrecto; ningún estudiante pasó de un

argumento correcto a uno incorrecto y un estudiante pasó de un argumento correcto a uno parcialmente correcto.

En la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem la $SAB = 0,000$, menor que 0,05, lo que demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los argumentos del Ítem 5 en el pretest y el postest.

Ítem 6: La mayor parte de la capacidad intelectual es fruto de la herencia, por tanto, es poco modificable por el ambiente familiar y escolar.

En la Tabla 9.7 del Ítem 6, se evidencia que 23 estudiantes no respondieron o respondieron incorrectamente en el pretest, repitiendo sus respuestas en el postest; 6 estudiantes tuvieron respuestas parcialmente correctas tanto en el pretest como en el postest y 12 estudiantes argumentaron correctamente tanto en el pretest como en el postest.

Tabla 9.7
Tabla de Contingencia para el Ítem 6

Pre	Post			
		0	1	2
	0	23	20	23
	1	6	6	15
	2	2	4	12

También se evidencia que 20 estudiantes pasaron de una respuesta incorrecta a una parcialmente correcta y que 23 lograron pasar a un argumento correcto, además 15 estudiantes pasaron de una respuesta parcialmente correcta a una correcta, por lo que 58 estudiantes fueron capaces de argumentar correctamente esta afirmación.

Finalmente, se observa que 6 estudiantes pasaron de tener un argumento parcialmente correcto a uno incorrecto; 2 estudiantes pasaron de un argumento correcto a uno incorrecto y 4 estudiantes pasaron de un argumento correcto a uno parcialmente correcto.

En la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem la $SAB = 0,000$, menor que 0,05, lo que demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los argumentos del Ítem 6 en el pretest y el postest.

Ítem 7: El cerebro de los niños es más grande que el de las niñas.

En la Tabla 9.8 del Ítem 7 se aprecia que 30 estudiantes no respondieron o respondieron con un argumento incorrecto en el pretest y repitieron su respuesta en el postest; 1 estudiante tuvo una respuesta parcialmente correcta tanto en el pretest como en el postest y 19 estudiantes repitieron un argumento correcto.

Tabla 9.8
Tabla de Contingencia para el Ítem 7

Pre	Post			
		0	1	2
	0	30	4	47
	1	1	1	7
	2	1	1	19

En cuanto a las mejoras, se evidencia que 4 estudiantes pasaron de una respuesta incorrecta a una parcialmente correcta y 47 a un argumento correcto, 7 estudiantes pasaron de una respuesta parcialmente correcta a una correcta,

por lo tanto 58 estudiantes mejoraron sus conocimientos en relación con esta afirmación correcta.

Por otra parte, se muestra que 1 estudiante pasó de tener un argumento parcialmente correcto a uno incorrecto; 1 estudiante pasó de tener un argumento correcto a uno incorrecto y 1 estudiante pasó de tener un argumento correcto a uno parcialmente correcto.

En la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem la $SAB = 0,000$, menor que 0,05, lo que demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los argumentos del Ítem 7 en el pretest y el posttest. El tamaño del efecto es de 0,218.

Ítem 8: Cuando se daña un área del cerebro, alguna otra área puede asumir su función.

En la Tabla 9.9 del Ítem 8, se evidencia que 64 estudiantes no respondieron o respondieron incorrectamente en el pretest, repitiendo sus respuestas en el posttest; dos estudiantes tuvieron una respuesta parcialmente correcta tanto en el pretest como en el posttest y 6 estudiantes argumentaron correctamente tanto en el pretest como en el posttest.

Tabla 9.9
Tabla de Contingencia para el Ítem 8

Pre	Post			
		0	1	2
	0	64	10	17
	1	3	2	5
	2	0	4	6

En cuanto a las mejoras, 10 estudiantes pasaron de una respuesta incorrecta a una parcialmente correcta y que 17 pasaron a un argumento correcto; 5 estudiantes pasaron de una respuesta parcialmente correcta a una correcta, por lo tanto 32 estudiantes ganaron conocimiento frente a este neuromito.

Finalmente, se observa que 3 estudiantes pasaron de tener un argumento parcialmente correcto a uno incorrecto; ningún estudiante pasó de un argumento correcto a uno incorrecto y 4 estudiantes pasaron de un argumento correcto a uno parcialmente correcto.

En la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem la $SAB = 0,000$, menor que 0,05, lo que demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los argumentos del Ítem 8 en el pretest y el postest.

Ítem 9: El aprendizaje se produce por la generación de nuevas células cerebrales.

En la Tabla 9.10 del Ítem 9, se evidencia que 69 estudiantes no respondieron o respondieron incorrectamente en el pretest, repitiendo sus respuestas en el postest; ningún estudiante tuvo una respuesta parcialmente correcta tanto en el pretest como en el postest y solamente 4 estudiantes argumentaron correctamente tanto en el pretest como en el postest.

Tabla 9.10
Tabla de Contingencia para el Ítem 9

Pre	Post		
	0	1	2
0	69	4	32
1	0	0	2
2	0	2	4

En las mejoras, se evidencia que 4 estudiantes pasaron de una respuesta incorrecta a una parcialmente correcta y que 32 lograron pasar a un argumento correcto, además 2 estudiantes pasaron de una respuesta parcialmente correcta a una correcta, por lo que 38 estudiantes fueron capaces de argumentar correctamente esta afirmación.

Ningún estudiante pasó de tener un argumento parcialmente correcto a uno incorrecto; ningún estudiante pasó de tener un argumento correcto a uno incorrecto y 2 estudiantes pasaron de un argumento correcto a uno incorrecto.

En la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem la $SAB = 0,000$, menor que 0,05, lo que demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los argumentos del Ítem 9 en el pretest y el postest.

Ítem 10: Sólo podemos aprender lo que nos emociona.

Al observar la Tabla 9.11 del Ítem 10, pueden observarse que 16 estudiantes que no respondieron o respondieron con un argumento incorrecto en el pretest, repitieron su respuesta en el postest; 11 estudiantes mantuvieron su respuesta parcialmente correcta y 17 estudiantes mantuvieron un argumento correcto.

Tabla 9.11
Tabla de contingencia para el Ítem 10

Pre	Post			
		0	1	2
	0	16	13	19
	1	2	11	25
	2	0	8	17

De las mejoras, se puede observar que 13 estudiantes pasaron de un argumento incorrecto, a colocar un argumento parcialmente correcto; 19 estudiantes ganaron conocimiento al pasar de un argumento incorrecto a un argumento válido y 25 pasaron de un argumento parcialmente correcto a uno correcto. Es decir que 57 estudiantes mejoraron sus conocimientos en relación con este neuromito.

También se muestra que 2 estudiantes pasaron de tener un argumento parcialmente correcto, a uno incorrecto; ningún estudiante pasó de un argumento correcto a uno incorrecto y 8 estudiantes pasaron de un argumento correcto a un argumento parcialmente correcto.

En la prueba de Stuart-Maxwell para este ítem la SAB = 0,000, menor que 0,05, lo que demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los argumentos del Ítem 10 en el pretest y el postest.

9.1.4 Comparación de los resultados obtenidos en cada ítem del cuestionario pretest y postest. V de Cramer y Tamaño del efecto.

También se ha considerado importante no solo limitarnos a determinar si hubieron o no diferencias significativas entre los ítems en el pretest y postest, sino complementar estos resultado con el cálculo del Tamaño del Efecto (Tabla 9.12), ya que al contar con un estadístico Chi-cuadrado de Pearson (χ^2), que analiza la asociación entre dos variables categóricas, es posible utilizar la V de Cramer, que permite cuantificar la fuerza de esta relación, su valor está comprendido entre 0 y 1 y que se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{N \cdot df}}$$

En donde N es el número de observaciones, es decir, la suma del número de muestras de los dos grupos que se comparan (en nuestro caso $111+111$) y df , que son los grados de libertad, corresponde al número de filas menos uno o de columnas menos 1 de la Tabla de contingencia, en nuestro caso existen 3 categorías (0,1 y 2), $df = 2$, (Fritz, Morris y Richler, 2012). Existen varias formas de interpretar los resultados, considerando que la interpretación depende del valor de df . Tomando como referencia los aportes de Cohen, (1988) y Gravetter y Wallnau (2013), tenemos los valores que se muestran en la Tabla 9.11.

Tabla 9.12
Interpretación de V de Cramer

df	Pequeño	Medio	Grande
1	0,10	0,30	0,50
2	0,07	0,21	0,35
3	0,06	0,17	0,29

Así pues, para una Tabla de contingencia de 3×3 , $df = 2$, lo que corresponde a que un valor de $V = 0,07$ es un tamaño del efecto pequeño, $0,21$ es medio y $0,35$ es grande. En la Tabla 9.13 se muestran los resultados para cada ítem:

Tabla 9.13
Prueba V de Cramer y Tamaño del Efecto para el Grupo Experimental

Ítem	V de Cramer	Tamaño del Efecto
Ítem 1: La diferencia en la dominancia hemisférica (cerebro izquierdo, cerebro derecho) puede explicar en parte las diferencias individuales entre estudiantes.	0,19	Medio

Ítem 2: Existen períodos críticos en la infancia para el aprendizaje, a partir de los cuales un niño ya no puede aprender ciertas cosas.	0,21	Medio
Ítem 3: Los estudiantes aprenden mejor cuando reciben información a través de su estilo de aprendizaje dominante (por ejemplo: auditivo, visual, kinestésico).	0,23	Grande
Ítem 4: Un ambiente con mucha estimulación mejora el desarrollo del cerebro de los preescolares.	0,18	Medio
Ítem 5: Sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de la función cerebral de los hemisferios (izquierdo y derecho).	0,11	Medio
Ítem 6: La mayor parte de la capacidad intelectual es fruto de la herencia, por tanto, es poco modificable por el ambiente familiar y escolar.	0,13	Medio
Ítem 7: El cerebro de los niños es más grande que el de las niñas.	0,15	Medio
Ítem 8: Cuando se daña un área del cerebro, alguna otra área puede asumir su función.	0,22	Grande
Ítem 9: El aprendizaje se produce por la generación de nuevas células cerebrales.	0,10	Medio
Ítem 10: Sólo podemos aprender lo que nos emociona.	0,20	Medio

La mayoría de los ítems (8) han tenido un tamaño del efecto medio (entre 0,07 y 0,21); 1 (dominancia hemisférica), 2 (períodos críticos), 4 (ambientes estimulantes), 5 (sesiones de ejercicios), 4 (estilos de aprendizaje), 6 (herencia) 7 (tamaño del cerebro), 9 (neurogénesis) y 10 (aprendizaje por emoción). Los ítems: 3 (estilos de aprendizaje) y 8 (daño cerebral), y tienen un tamaño del efecto grande (entre 0,22 y 0,35).

En el siguiente apartado se detalla ítem a ítem las respuestas del estudiantado que han mantenido, cambiado o mejorado sus conocimientos respecto a los neuromitos educativos.

9.1.5 Porcentaje de respuestas correctas del grupo experimental pretest y postest

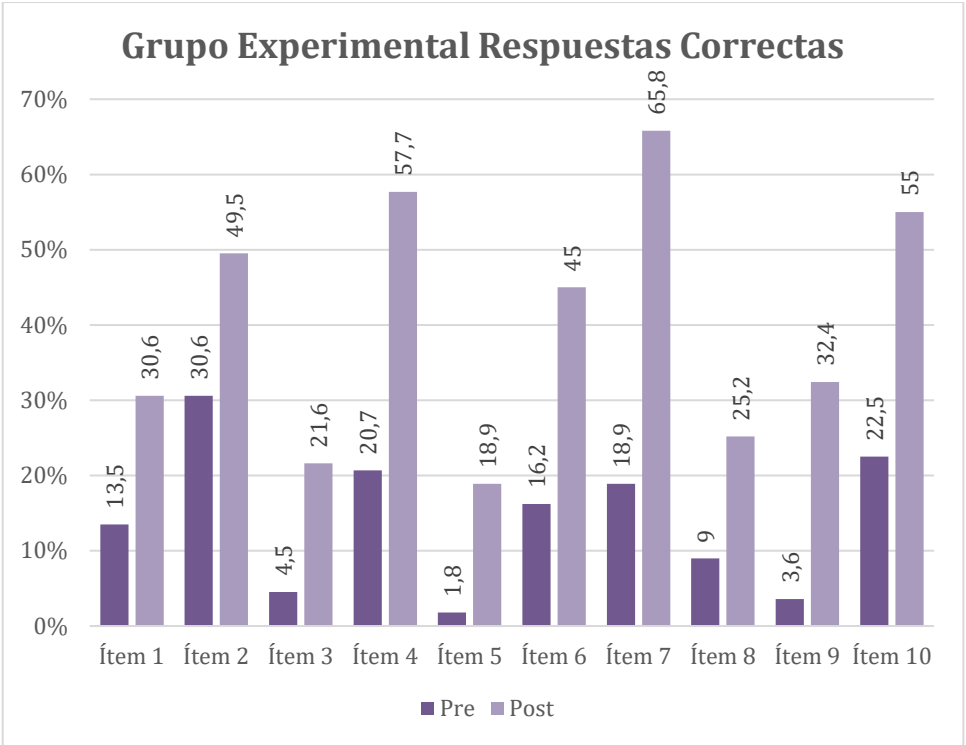
Para valorar las respuestas de cada ítem, la Figura 3 muestra los porcentajes de respuestas Correctas (Categoría 2) para cada ítem en el grupo experimental pre y post.

Esta figura muestra el total de respuestas correctas del grupo experimental en el pretest y el postest en porcentajes. De manera general se evidencia una mejora en todos los ítems, siendo los más representativos los ítems 4 (ambientes estimulantes), 7 (tamaño del cerebro) y 10 (aprendizaje por emoción).

A continuación, se analiza el porcentaje de respuestas correctas entre el pretest y pretest, permitiendo así comprender las mejoras producidas en cada ítem. Las Tablas contienen en su encabezado, la identificación del ítem, la primera columna contiene la codificación de los argumentos dados (correcto, parcialmente correcto o incorrecto), la segunda y tercera columna contienen los porcentajes de respuestas en el pretest y en el postest respectivamente.

Figura 3

Porcentaje de Respuestas Correctas en el Pretest y Postest



Ítem 1: La diferencia en la dominancia hemisférica (cerebro izquierdo, cerebro derecho) puede explicar en parte las diferencias individuales entre estudiantes.

Esta afirmación es falsa, por lo que se esperaba que el estudiantado la identifique como un neuromito. En la Tabla 9.14 se visualiza el porcentaje de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos que dio el estudiantado antes y después de la intervención.

Tabla 9.14
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 1

Ítem 1		
Argumentos	%Pre	%Post
Correctos	13,5	30,6

Parcialmente correctos	14,4	12,6
Incorrectos	72,1	56,8

Los argumentos dados en el pretest se enfocaron mayormente a un conocimiento muy básico de los hemisferios cerebrales y sus funciones, pues se sostuvo que esto genera diferencias en los ritmos y estilos de aprendizaje, así como también influyen en las habilidades de cada persona de acuerdo con el cerebro “dominante”.

“Porque cada hemisferio cerebral es el encargado del desarrollo de diversas actividades y pueden ser desarrollados de formas diferentes en cada persona”. “Significa que un lado del cerebro es dominante. Si eres mayormente analítico y metódico en tu razonamiento, se dice que predomina el cerebro izquierdo. Si sueles ser más creativo o artístico, se considera que es el cerebro derecho el predominante.”

Hubo muy pocos argumentos que identificaron a esta afirmación como un neuromito, expresando que los hemisferios cerebrales no marcan diferencias individuales para el aprendizaje, pues este depende de la experiencia.

“Porque cada ser es único y tiene habilidades, destrezas y conocimientos de acuerdo con lo que se ha experimentado. Es decir, no se enmarca dentro de una diferencia individual.”

En las respuestas del postest, se expusieron algunas afirmaciones en las cuales ya se reconoció a esta afirmación como un neuromito, pues se expresó que las diferencias se dan por un complejo conjunto de factores y que definirlas por este argumento sería muy simple. Se justificó la no existencia de un cerebro

dominante, sino que ambos hemisferios trabajan de manera conjunta e interconectada para realizar las actividades.

“Que el funcionamiento del cerebro es muy complejo y las diferencias individuales entre estudiantes también pueden deberse a una variedad de factores, como la genética, el entorno, la educación y las experiencias personales”. “La mayoría de las funciones cognitivas involucran la cooperación de ambos hemisferios, y el cerebro humano muestra una gran plasticidad, adaptándose y reorganizándose en respuesta a diferentes experiencias.” “Esta idea está basada en una comprensión simplificada del funcionamiento cerebral.”

Ítem 2: Existen períodos críticos en la infancia para el aprendizaje, a partir de los cuales un niño ya no puede aprender ciertas cosas.

Esta afirmación es también un neuromito, pues más que períodos críticos existen períodos sensibles en los que el cerebro humano se encuentra más predispuesto para aprender ciertas habilidades. En la Tabla 9.15 se visualiza el porcentaje de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos que dio el estudiantado antes y después de la intervención para este ítem.

Tabla 9.15
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 2

Ítem 2		
Argumentos	%Pre	%Post
Correctos	30,6	49,6
Parcialmente correctos	15,3	18
Incorrectos	54,1	32,4

En las respuestas del pretest se colocaron argumentos que hacen evidente algunos errores y confusiones en conceptos teóricos relacionados con el desarrollo del lenguaje, los problemas de aprendizaje y el autismo, se mencionó que la falta de atención y los traumas en los niños perjudican sus aprendizajes, así como también comentarios de creencias populares como decir que *“los niños aprenden como una esponja”*, lo cual es erróneo porque el desarrollo cerebral no se da sin la estimulación adecuada. Algunos argumentos no estuvieron alejados de la verdad, como que el cerebro está en constante aprendizaje y que se puede aprender en cualquier etapa de la vida así sea que tome un poco más de tiempo y esfuerzo.

“Porque, aunque el niño no haya aprendido en la edad establecida aún podrá hacerlo eso sí con más esfuerzo.” “Si bien es cierto hay etapas donde el niño puede aprender más, pero esto no significa que no pueda aprender, lo hará, pero más lento.”

En las respuestas del posttest, se reconoció que existen periodos sensibles, aunque el aprendizaje se da a lo largo de la vida, también aparecieron nuevos términos como la plasticidad cerebral, indicando que se puede aprender más allá de los periodos sensibles así sea con mayor dificultad.

“El cerebro tiene plasticidad, por ende, el ser humano puede aprender a lo largo de la vida, sin embargo, existen periodos de sensibilidad en lo que es más fácil adquirir dicho conocimiento o destreza, después de esto la persona si puede aprender, pero ya persiste un grado de dificultad”. “Esto se debe a la plasticidad cerebral, que es mayor en los primeros años de vida, permitiendo una mayor adaptación y formación de conexiones neuronales. Sin embargo, aunque la

capacidad disminuye, el aprendizaje sigue siendo posible, especialmente con intervención adecuada y esfuerzo persistente.”

Ítem 3: Los estudiantes aprenden mejor cuando reciben información a través de su estilo de aprendizaje dominante (por ejemplo: auditivo, visual, kinestésico).

Este es uno de los neuromitos más ampliamente reconocido especialmente en los entornos de la educación inclusiva y la atención a la diversidad, sosteniendo que los niños no aprenden de la misma manera y por eso es necesario variar los recursos, materiales y metodologías en función de su estilo de aprendizaje preferente, las inteligencias múltiples, y los ritmos de aprendizaje, incluso llegando a plantear la necesidad de identificar a los estudiantes haciendo el uso de test y cuestionarios que permitan identificarlos. En la Tabla 9.16 se visualiza el porcentaje de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos que dio el estudiantado antes y después de la intervención para este ítem.

Tabla 9.16
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 3

Ítem 3		
Argumentos	%Pre	%Post
Correctos	4,5	21,6
Parcialmente correctos	10,8	8,1
Incorrectos	84,7	70,3

En las respuestas del pretest, el estudiantado mencionó que el interés, la motivación y el uso de estrategias entretenidas y diversas favorece un mejor aprendizaje. Hubo comentarios que sostuvieron que lo adecuado es combinar

varias estrategias, medios y canales sensoriales para transmitir conocimientos, respondiendo a algunos de los principios de la educación inclusiva.

“Tenemos que conocer a los estudiantes para poder conocer su forma de aprendizaje.” “Porque para las personas es más cómodo aprender de la forma en la que más le guste y esto genera que el aprendizaje sea más significativo.” “De todas formas el estudiante aprende, pero si lo hace por su parte dominante lo va a comprender y se va a llegar a crear un aprendizaje significativo que perdure y no se pierda.”

En las respuestas del postest, aunque se mantuvo la creencia que enseñar teniendo en cuenta el estilo de aprendizaje beneficia a los estudiantes, se añadieron argumentos como el uso de los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y la combinación de varios estímulos para impartir conocimientos.

Algunos estudiantes mejoraron su conocimiento colocando argumentos válidos con respecto a la falta de evidencia científica que compruebe que los estilos de aprendizaje benefician la enseñanza dentro del aula o la imposibilidad de crear planificaciones didácticas de acuerdo con cada estilo de aprendizaje.

“Por qué no es posible hacer una clase para los distintos estilos de aprendizaje que existen en un aula”. “La variedad en la presentación de la información puede ser más beneficiosa para el aprendizaje, ya que permite a los estudiantes desarrollar habilidades para procesar la información de diferentes maneras.” “La evidencia científica no respalda la idea de que adaptar la enseñanza a los estilos de aprendizaje mejore significativamente el aprendizaje. En cambio,

métodos de enseñanza variados y multisensoriales benefician a todos los estudiantes, independientemente de su supuesto estilo dominante.”

Ítem 4: Un ambiente con mucha estimulación mejora el desarrollo del cerebro de los preescolares.

Esta afirmación también es falsa, puesto que un ambiente de aprendizaje con demasiada estimulación puede causar afectaciones en los procesos de aprendizaje. En la Tabla 9.17 se visualiza el porcentaje de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos que dio el estudiantado antes y después de la intervención para este ítem.

Tabla 9.17
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 4

Ítem 4		
Argumentos	%Pre	%Post
Correctos	20,7	57,7
Parcialmente correctos	5,4	8,1
Incorrectos	73,9	34,2

En las respuestas del pretest, la mayoría del estudiantado sostuvo que la estimulación en la infancia es beneficiosa para el aprendizaje “*porque mientras más estimulado esté el cerebro más se aprende*”, que las “*aulas coloridas y llenas de imágenes facilitan el aprendizaje*”, que “*ayuda a mejorar el cerebro*”, a “*mejorar el desarrollo*” e incluso afirmaron que el cerebro gana “*mayor plasticidad*”. Con respecto al aprendizaje sostuvieron que un ambiente con mucha estimulación “*evita el aburrimiento y hace más dinámico el aprendizaje*”.

Aunque fueron pocos, hubo argumentos que indicaron que mucha estimulación distrae, aturde, cansa y que la sobreestimulación perjudica el aprendizaje. *“Un aula que se encuentre sobrecargada con estímulos llegará a sobreestimar al estudiante dejándonos como consecuencia de que la atención del niño esté dispersa y no consiga un aprendizaje significativo”.* *“No por el contrario esto sirve mejor como un distractor a la hora de enseñar.”* *“La sobre estimulación crea en ocasiones la distracción”.*

Dentro de los argumentos correctos, el estudiantado ha logrado indicar que es necesario tener estimulación adecuada, dando más valor a la calidad que a la cantidad de recursos al momento de enseñar. *“Si bien la estimulación es importante en los niños, el exceso de información, colores y sobreestimulación provoca en ellos un distractor al momento del aprendizaje.”* *“Esto es un neuromito debido a que cuando existe un exceso de estímulos los estudiantes se distraen y no aprenden óptimamente.”*

Ítem 5: Sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de la función cerebral de los hemisferios (izquierdo y derecho).

Debido a la alta popularidad que tienen actualmente los programas de “estimulación neuronal o cognitiva”, esta afirmación se ha convertido en uno de los neuromitos más difíciles de erradicar. En la Tabla 9.18 se visualiza el porcentaje de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos que dio el estudiantado antes y después de la intervención para este ítem.

Tabla 9.18

Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 5

Ítem 5		
Argumentos	%Pre	%Post
Correctos	16,2	18,9
Parcialmente correctos	24,3	11,7
Incorrectos	59,5	69,4

Las respuestas del pretest evidenciaron ciertas confusiones teóricas entre los efectos que tiene la actividad física en el aprendizaje, las pausas activas y lo que se conoce como “gimnasia cerebral”. Muchas respuestas afirmaron que este tipo de ejercicios ayudan a interconectar hemisferios cerebrales, mejorando la coordinación y la concentración. *“El ejercicio cerebral mejora la comunicación hemisférica aumentando el potencial de aprender”*. *“Porque es un momento donde el estudiante puede relajarse para volver a las clases ya relajados y no cansados.”*.

En las respuestas del posttest aparecieron algunos argumentos indicando que este tipo de ejercicios han sido utilizados bajo la existencia de alguna disfunción cerebral pero no se ha comprobado científicamente su eficacia dentro de ambientes escolares, *“Esas prácticas fueron desarrolladas para personas con parálisis cerebral por lo tanto no suponen mayor apoyo en los niños cuyo funcionamiento es normal.”*, también se indicó que ambos hemisferios trabajan de manera coordinada por lo que no es necesario hacer estos ejercicios, *“Ambos hemisferios trabajan coordinados.”*, *“No, porque para realizar cualquier actividad nuestro cerebro siempre está utilizando la integración funcional de los dos hemisferios cerebrales.”*.

Aunque algunos estudiantes todavía confundieron sus respuestas con la actividad física, *“Si porque le ayuda a que el cuerpo se relaje después de un buen ejercicio aumenta la concentración de los estudiantes.”*.

Ítem 6: La mayor parte de la capacidad intelectual es fruto de la herencia, por tanto, es poco modificable por el ambiente familiar y escolar.

Esta afirmación tampoco es verdadera, ya que la inteligencia se va desarrollando a través de la interacción con el medio y con las experiencias, es decir que se puede modificar a través de los procesos educativos. En la Tabla 9.19 se visualiza el porcentaje de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos que dio el estudiantado antes y después de la intervención para este ítem.

Tabla 9.19
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 6

Ítem 6		
Argumentos	%Pre	%Post
Correctos	18,2	45
Parcialmente correctos	24,3	27
Incorrectos	59,5	28

En las respuestas del pretest, la mayor parte de respuestas argumentaron que la inteligencia no depende totalmente de la herencia, sino que puede desarrollarse y modificarse por condiciones del ambiente, del interés, dedicación y formas de aprender. *“La herencia genética ciertamente juega un papel importante en la capacidad intelectual, pero el ambiente familiar y escolar también pueden influir significativamente”*.

En las respuestas del postest, se expresó que, aunque existe un componente genético que influye en la inteligencia humana, esta si puede ser modificada por condiciones del ambiente, la estimulación que se reciba. *“La capacidad intelectual no es sólo resultado de la herencia; el ambiente familiar y escolar también tienen un impacto significativo en su desarrollo.” “Aunque la herencia genética influye en la capacidad intelectual, el ambiente familiar y escolar juega un papel crucial en su desarrollo.”.*

Ítem 7: El cerebro de los niños es más grande que el de las niñas.

Aunque esta afirmación es verdadera, muchas personas la consideran sexista, y esto hace que muchas respuestas se inclinen ante una negativa, sin conocer la evidencia científica. En la Tabla 9.20 se visualiza el porcentaje de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos que dio el estudiantado antes y después de la intervención para este ítem.

Tabla 9.20
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 7

Ítem 7		
Argumentos	%Pre	%Post
Correctos	18,9	65,8
Parcialmente correctos	8,1	5,4
Incorrectos	73	28,8

En las respuestas del pretest, muchos estudiantes manifestaron que el tamaño del cerebro es igual tanto en hombres como en mujeres, también se evidenciaron afirmaciones basadas en creencias erróneas sobre el funcionamiento cerebral, como que las mujeres manejan mejor el lenguaje y las emociones y que al tener un cerebro más grande, los hombres tienen

mejores resultados en matemáticas. Sin embargo, hay algunas respuestas que respaldaron esta afirmación, indicando que efectivamente el cerebro de los hombres es un poco más grande, pero que esto no influye y que todos tenemos las mismas capacidades intelectuales.

En las respuestas del postest, se pudo evidenciar que, hay un mayor número de estudiantes con argumentos correctos, reconociendo que hay estudios que confirman que anatómicamente el cerebro de los hombres es más grande que el de las mujeres, sin que esto influya de alguna manera la capacidad cognitiva ni el aprendizaje. *“Hay estudios que muestran que el cerebro de los niños es más grande que el de las niñas, pero eso no quiere decir que sean más inteligentes.”. “No determinan la capacidad cognitiva ni las habilidades intelectuales, ya que el desarrollo y la funcionalidad del cerebro no están directamente relacionados con su tamaño.”*

Ítem 8: Cuando se daña un área del cerebro, alguna otra área puede asumir su función.

Esta afirmación es verdadera porque dependiendo el lugar y la gravedad de la lesión, el cerebro sí puede recuperarse gracias a la plasticidad cerebral y asumir funciones de las partes afectadas. En la Tabla 9.21 se visualiza el porcentaje de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos que dio el estudiantado antes y después de la intervención para este ítem.

Tabla 9.21
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 8

Ítem 8		
Argumentos	%Pre	%Post
Correctos	9	25,2
Parcialmente correctos	9	14,4
Incorrectos	82	60,4

En las respuestas del pretest se evidenció que la mayoría de los estudiantes consideraron que cada parte del cerebro cumple una función específica y que no es posible que otra parte la reemplace, *“Cada área tiene una función y esta no puede ser reemplazada.”*. Fueron muy pocos los comentarios que reconocieron la plasticidad cerebral y su capacidad para regenerar el cerebro y sus funciones. *“El cerebro tiene la capacidad de reorganizarse y adaptarse después de una lesión o daño en una determinada área.”*. *“En algunos casos el cerebro tiene la capacidad de reorganizarse y redistribuir funciones después de un accidente este proceso se lo llama plasticidad cerebral.”*

En el postest no hubo mucha variación en las respuestas, puesto que este es un ítem que tiene cierta complejidad, ya requiere conocimientos más profundos con respecto al funcionamiento cerebral desde el campo biológico. Se mencionó que cuando un área del cerebro se daña otras áreas potencian su funcionamiento, como es en el caso de las discapacidades sensoriales. *“No mejora un área específica, pero se puede mejorar la capacidad de otra área”*. *“No asume la misma función si no que las otras áreas aumentan su funcionamiento”*.

Hubo comentarios que hacen referencia a la capacidad del cerebro para regenerarse gracias a la plasticidad cerebral y con la ayuda de procesos de rehabilitación. *“La plasticidad cerebral permite que otras áreas del cerebro asuman funciones cuando una región resulta dañada”*. *“Depende en que parte del cerebro está situado el daño ya que las funciones de los hemisferios cerebrales no son idénticas”*.

Ítem 9: El aprendizaje se produce por la generación de nuevas células cerebrales.

Esta afirmación también es falsa, pues el aprendizaje se produce por la sinapsis no por la neurogénesis, siendo una confusión teórica la que lleva al estudiantado a manifestar que desconoce sobre la temática o alinee sus respuestas con este neuromito. En la Tabla 9.22 se visualiza el porcentaje de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos que dio el estudiantado antes y después de la intervención para este ítem.

Tabla 9.22
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 9

Ítem 9		
Argumentos	%Pre	%Post
Correctos	3,6	32,4
Parcialmente correctos	1,8	3,6
Incorrectos	94,6	64

En las respuestas pretest, muchos estudiantes argumentaron que el aprendizaje se da por la generación de nuevas células cerebrales. *“Las respuestas en el pretest afirman que la creación de nuevas células cerebrales se da en el hipocampo y que estas pueden generarse hasta los ochenta años”*. *“Se dice*

que cuando algo que se aprende maduran nuevas células en la región del hipocampo el cerebro produce neuronas nuevas hasta pasado los 80 años”.

En las respuestas del postest se evidenció un mayor número de argumentos que señalan que el aprendizaje se da por las conexiones cerebrales (sinapsis) que se crean con la exploración, las experiencias y el aprendizaje a lo largo de la vida, más no en la neurogénesis. *“El aprendizaje se basa principalmente en la modificación de las conexiones entre las células cerebrales existentes, no en la generación de nuevas células”.*

Ítem 10: Sólo podemos aprender lo que nos emociona.

Decir que solo aprendemos de lo que nos emociona es una afirmación muy simplificada del aprendizaje, puesto que, aunque las emociones positivas logran que los estudiantes tengan una mejor predisposición para el aprendizaje y al estar motivados presten más atención, durante la vida los seres humanos estamos expuestos a todo tipo de experiencias que nos dejan aprendizajes, independientemente si estas son emocionantes o no. En la Tabla 9.23 se visualiza el porcentaje de argumentos correctos, parcialmente correctos e incorrectos que dio el estudiantado antes y después de la intervención para este ítem.

Tabla 9.23
Tabla de Porcentajes de Argumentos para el Ítem 10

Ítem 10		
Argumentos	%Pre	%Post
Correctos	22,6	55
Parcialmente correctos	34,2	28,8
Incorrectos	43,2	16,2

En las respuestas del pretest se evidenció que el interés por el aprendizaje, la motivación, la necesidad puede generar aprendizajes.

“Podemos aprender inclusive por necesidad no necesariamente por algo que nos gusta pues muchos estudian para dar un examen más que por gusto”. “Es más fácil aprender lo que nos gusta, pero podemos aprender otras cosas”. “Si bien la motivación por aprender cierto tema es clave al momento de adquirir los conocimientos, esto también se podría lograr por un tema que no sea de nuestro interés, aunque no con la misma facilidad”.

Por otra parte, argumentaron que situaciones negativas también pueden dejar aprendizajes, indicando también que hay otro tipo de factores que influyen en el aprendizaje:

“Aprendemos lo que nos emociona, pero en ocasiones situaciones que nos afectan las aprendemos como parte de una experiencia negativa”. “Es falso, ya que hay muchas variables que pueden influir en el aprendizaje, como la relevancia del contenido, calidad de la enseñanza, la práctica y repetición”.

Luego de la intervención se evidenciaron respuestas en las que se afirman que los seres humanos somos capaces de aprender de todo lo que nos rodea, reconociendo que el estado de ánimo, la ausencia de estrés y las emociones positivas ayudan a generar aprendizajes más duraderos y significativos. Adicionalmente, se indicó que es posible aprender de los errores, de experiencias que tal vez resultaron negativas e incluso se puede aprender por obligación, resaltando también que el aprendizaje depende del interés y la

dedicación que se ponga, así como también de las estrategias que se utilicen para la enseñanza y las habilidades cognitivas de cada persona.

“Motiva a aprender lo que nos emociona, pero las personas aprenden tanto lo que nos emociona como lo que no”. “El ser humano tiene la capacidad de aprender varias cosas a lo largo de su vida, claro la emoción juega un papel muy importante pero no es fundamental en el aprendizaje ya que no todas las circunstancias que se presentan no se dan de esa manera”. “Aunque las emociones pueden influir en el proceso de aprendizaje al aumentar la motivación y la atención, no son el único factor determinante. Otros factores como el interés, la relevancia del tema y la capacidad cognitiva también son importantes”.

9.2 Comparación de los Resultados entre el Grupo Experimental y el Grupo Control

Finalmente, en este apartado se comparan los grupos control y experimental posttest para saber si existen diferencias significativas entre las respuestas que dio el estudiantado que recibió los contenidos de neurociencias a través de estrategias tradicionales y aquellos que recibieron el contenido de neuromitos a través del aprendizaje por indagación.

9.2.1 Prueba de normalidad para el grupo control. Kolmogorov-Smirnov

Para conocer si la muestra sigue o no una distribución normal se utilizó la prueba Kolmogorov-Smirnov, en la cual la variable que contiene todas las respuestas de cada estudiante del posttest (SUMA POST CONTROL), obtiene una SAB = 0,008, menor que 0,05, lo que evidencia que la variable no sigue

una distribución normal y por lo tanto para los próximos análisis se deben utilizar pruebas no paramétricas (Anexo 1).

9.2.2 Comparación de las medias de los resultados globales entre los grupos experimental post y control. U de Mann-Whitney.

Como sabemos, las variables que contienen la suma de las respuestas del grupo experimental y del grupo control no siguen una distribución normal, por lo tanto, se debe aplicar una prueba no paramétrica para muestras independientes, en este caso aplicamos la U de Mann-Whitney para comparar la media global de los grupos pretest y posttest, con lo que se pretende determinar si existen o no diferencias significativas entre los resultados del grupo experimental post y el grupo control post.

La prueba U de Mann-Whitney muestra una SAB de 0,000, menor que 0,05, indicando diferencias entre las medias globales del grupo experimental posttest (4,08) y el grupo control posttest (2,7), revisar (Anexo 1).

En ese punto, es pertinente realizar la comparación de los grupos mediante el análisis de la puntuación media obtenida por cada uno como se muestra en la Tabla 9.24.

Tabla. 9.24

Comparación de medias de los grupos experimental y control

Experimental Post		Control		SAB	r
Media	DE	Media	DE		
9,41	4,9	3,7	2,06	0,000	0,56

Como se puede observar, la media del grupo experimental después de la intervención alcanza un valor significativamente mayor en comparación con el

grupo de control, lo que indica que la intervención ha mejorado los conocimientos del grupo experimental. Se demuestra que existen diferencias significativas entre los grupos en los distintos ítems, con mejores resultados para los estudiantes que recibieron los contenidos de neuromitos mediante el aprendizaje por indagación. Además, los tamaños del efecto son moderados o grandes en la mayoría de los ítems, lo que evidencia la disparidad entre ambos grupos.

9.2.3 Comparación de los resultados obtenidos ítem a ítem entre el grupo experimental posttest y control. Chi-Cuadrado de Pearson

Una vez que se han analizado los resultados a nivel general, es importante hacer el análisis ítem a ítem para estudiar con más detalle las diferencias que se han presentado, como se muestra en la Tabla 9.25.

Hay ítems en los que el tamaño del efecto es grande (1 hemisferios, 4 ambientes estimulados, 5 brain gym, 7 tamaño del cerebro, 9 neurogénesis y 10 - emociones) y en los restantes el tamaño del efecto es medio (2 periodos críticos, 3 estilos de aprendizaje, 6 herencia vs. ambiente y 8 daño cerebral).

Tabla. 9.25
Comparación de los Grupos Experimental y Control

Respuestas correctas	χ^2	SAB	V. de Cramer	Tamaño del Efecto
Ítem 1	16,58	0,000	0,22	Grande
Ítem 2	14,65	0,001	0,21	Medio
Ítem 3	11,37	0,003	0,18	Medio
Ítem 4	47,59	0,000	0,37	Grande
Ítem 5	18,19	0,000	0,23	Grande

Ítem 6	11,82	0,003	0,18	Medio
Ítem 7	63,42	0,000	0,43	Grande
Ítem 8	14,73	0,001	0,21	Medio
Ítem 9	16,23	0,000	0,22	Grande
Ítem 10	27,57	0,000	0,28	Grande

Sin lugar a duda, la reflexión a partir de los conocimientos previos y el apoyo al aprendizaje didáctico del contenido ha ayudado a que los estudiantes tengan mejores resultados. En el neuromito relacionado con los hemisferios cerebrales se ha podido mejorar el conocimiento reconociendo que el cerebro aprende de manera integral así esté subdividido físicamente y de acuerdo con sus funciones, además el hecho de haber utilizado una estrategia que complementa al aprendizaje por indagación como es el *embodiment*, puede que haya ayudado a fijar de mejor manera los conocimientos.

Con respecto a los ambientes estimulados, la exposición de un ejemplo y reflexiones que involucra un experimento científico, al crear novedad e interés; ayuda a los estudiantes a relacionar de mejor manera los conocimientos en la memoria.

De igual forma en el reconocimiento del ejercicio físico como un factor importante para el aprendizaje y poder ponerlo en práctica en las mismas clases con la implementación de dinámicas que involucren movimientos, ayuda a interiorizar los conocimientos a partir de sus propias experiencias en el aula.

Con respecto al tamaño del cerebro el debate fue polémico debido a las ideologías de género, lo que generó conversaciones y posicionamientos que fueron desmitificados con el estudio de la evidencia científica, desafiando las

creencias del estudiantado y motivando a la deconstrucción y reconstrucción de ideas.

En el caso del origen de los aprendizajes, se respaldó la reflexión y los conocimientos previos con explicaciones de conceptos científicos como neurogénesis y sinapsis que ayudaron a comprender mejor el origen del conocimiento.

Sin duda, las emociones juegan un papel fundamental en el aprendizaje, pero es muy significativo que el estudiantado haya podido entender y comprender que el aprendizaje no se da únicamente con aquellas cosas que nos emocionan, pues a través de ejemplos y experiencias personales lograron identificar momentos que generaron emociones negativas que aun así les dejaron algún aprendizaje.

Al comparar con el grupo de control se observa también la gran dificultad para responder correctamente algunos ítems. Al implementar estrategias de enseñanza como la lectura individual se adquiere muy poco conocimiento, ya que en algunos casos es necesario realizar una profundización teórica apoyada en ejemplos y experiencias que permita interiorizar de mejor manera los conocimientos. Ítems como el 5 brain gym, no logró tener ni una sola respuesta correcta, esto puede deberse a la mala interpretación del método Doman, que benefició en un caso específico de niños con dificultades motrices, sin embargo, se ha transferido a entornos en los que no se presentan estas dificultades con mucha facilidad y poco cuestionamiento sobre sus beneficios en el aula regular, e incluso es habitual verlo en las planificaciones didácticas.

Con respecto a ítem 1, hemisferios cerebrales se puede aludir a la gran difusión de las imágenes con este contenido presente en libros de texto y recursos en

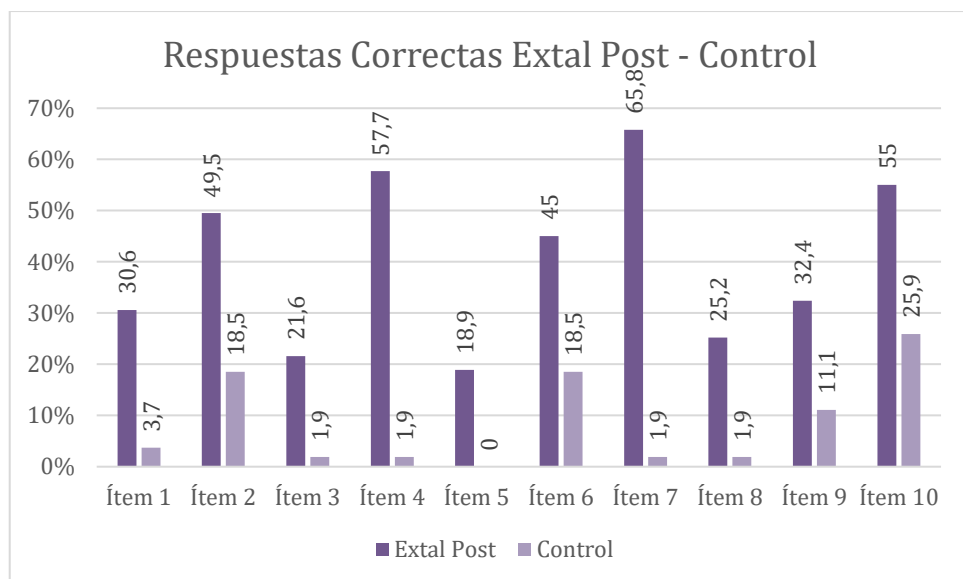
internet, las cuales son muy llamativas y pueden confundir al estudiantado, al igual que los estilos de aprendizaje (ítem 3) que incluso se promueve la utilización de pruebas para poder identificarlos dentro del aula. El ítem 4 considera que a mayor estimulación es mejor el aprendizaje sin profundizar en las consecuencias que esto puede traer al aprendizaje de los niños, tal como el estrés y la falta de atención.

Con respecto 7 (tamaño del cerebro) es uno de los neuromitos más antiguos ya decir de los resultados, uno de los cuales no se ha alcanzado un entendimiento completo. El ítem 8 (daño cerebral) es un neuromito complejo, puesto que implica un conocimiento más profundo de conceptos de neurofisiología, que generalmente no se profundizan en las carreras de educación.

La Figura 4 muestra de manera más didáctica los resultados anteriores, comparando los resultados y las diferencias de las respuestas correctas en cada uno de los ítems entre el grupo control y el experimental posttest.

Figura 4

Resultados de Respuestas Correctas entre los Grupos Experimental y Control



Con la Figura 4 se muestran claramente los resultados positivos que se obtienen al implementar el aprendizaje por indagación dentro del aula. En todos los casos el grupo experimental con el que se utilizó el aprendizaje por indagación demuestra valores significativamente superiores al grupo de control como era lo esperado.

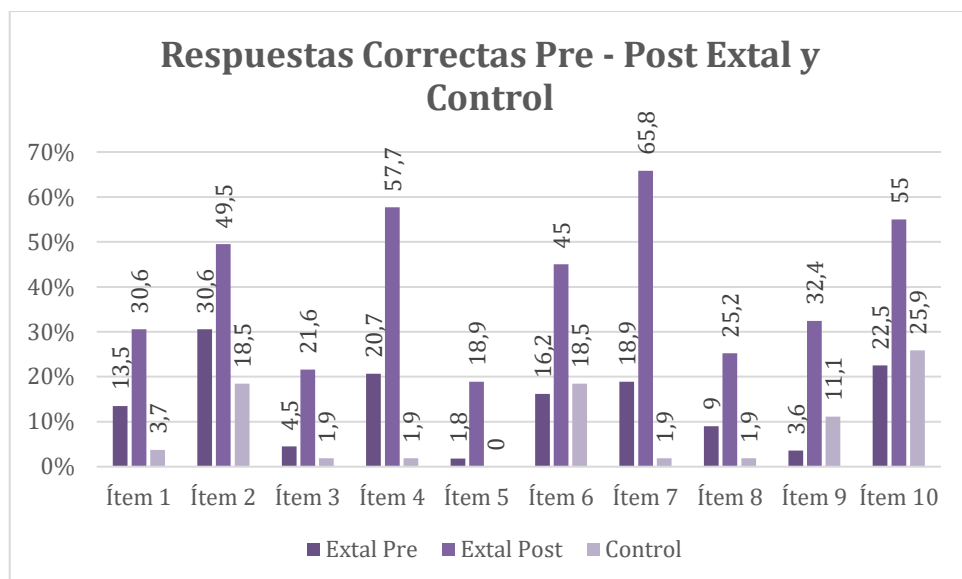
Como se puede apreciar, Ítem 1 (hemisferios) que alcanza un 30% de respuestas correctas en el grupo experimental en comparación con el 3,7% en el grupo control. El Ítem 2 (periodos críticos) que alcanza un 49% en el grupo experimental en comparación con el 18,5% en el grupo control. El Ítem 3 (estilos de aprendizaje) que alcanza un 21,6% en el grupo experimental en comparación con el 1,9% en el grupo control. El Ítem 4 (ambientes estimulados) que alcanza un 57,7% en el grupo experimental en comparación con el 1,9% en el grupo control.

Continuamos con el Ítem 5 (brain gym) que alcanza un 18,9% en el grupo experimental en comparación con el 0% en el grupo control. El Ítem 6 (herencia y ambiente) que alcanza un 45% en el grupo experimental en comparación con el 18,5% en el grupo control. El Ítem 7 (tamaño del cerebro) que alcanza un 65,8% en el grupo experimental en comparación con el 1,9% en el grupo control. El Ítem 8 (daño cerebral) que alcanza un 25,2% en el grupo experimental en comparación con el 1,9% en el grupo control. El Ítem 9 (neurogénesis) que alcanza un 32,4% en el grupo experimental en comparación con el 11,1% en el grupo control. Ítem 10 (emociones) que alcanza un 55% en el grupo experimental en comparación con el 25,9% en el grupo control.

Finalmente, la Figura 5 muestra las diferencias entre los resultados del grupo experimental pre – post y el grupo control.

Como se esperaba, los resultados evidencian considerables mejoras en el grupo experimental en todos los ítems, demostrando así que la intervención tuvo resultados positivos. Los resultados del grupo control en la mayoría de los casos son incluso menores que los del experimental pre, lo que evidencia que las estrategias metodológicas tradicionales no aportan significativamente al aprendizaje de contenidos científicos.

Figura 5
Porcentaje de Respuestas Correctas, Grupo Pre – Post Extal y Grupo Control



A continuación, en la Tabla 9.26, se detallan las mejoras que hubo en el grupo experimental, es decir el porcentaje en el que ganaron conocimiento a través del aprendizaje por indagación con respecto al grupo control que recibió el contenido a través de estrategias tradicionales. De manera general el grupo experimental obtuvo una mejora del 26,9%, detallando a continuación la mejora en cada uno de los ítems:

Tabla 9.26
Porcentaje de mejora en cada ítem

Ítem	Porcentaje de mejora
Ítem 1	26,9%
Ítem 2	18,9%
Ítem 3	17,1%
Ítem 4	37%
Ítem 5	17,1%
Ítem 6	28,8%
Ítem 7	46,9%

Ítem 8	16,2%
Ítem 9	28,8%
Ítem 10	32,5%

El Ítem 1 mejoró un 26,9%, el Ítem 2 mejoró un 18,9%; el Ítem 3 mejoró un 17,1%; el Ítem 4 mejoró un 37%; el Ítem 5 mejoró un 17,1%; el Ítem 6 mejoró un 28,8%; el Ítem 7 mejoró un 46,9%; el Ítem 8 mejoró un 16,2%; el Ítem 9 mejoró un 28,8% y el Ítem 10 mejoró un 32,5%. Los ítems que obtuvieron las mayores mejoras (en el orden en el que se los nombra) fueron el 7, el 4 y el 10.

Con respecto al tamaño del cerebro (Ítem 7), el estudiantado ganó conocimiento con respecto a la estructura cerebral y su funcionamiento, reconociendo que el tamaño cerebral no implica diferencias en la capacidad cognitiva ni en el potencial de aprendizaje de las personas, así como también conceptos clave como la neuroplasticidad, la sinapsis y la calidad del entorno, lo que permite desarrollar las capacidades independientemente de aspectos como el género.

En cuanto a los ambientes estimulantes (Ítem 4), el estudiantado pudo reconocer que es más importante la calidad que la cantidad de estímulos, puesto que esto puede llegar a ser contraproducente; causando estrés, distracción o pérdida de interés, ya que es mejor aprender en entornos que ofrezcan estímulos apropiados, desafiantes y significativos.

En el aprendizaje por emoción (Ítem 10), los estudiantes comprendieron que, aunque el aprendizaje se da en contextos no tan atractivos (o incluso aburridos) o utilizando estrategias tradicionales, de una u otra forma se produce aprendizaje, lo que derriba el mito de que se aprende solo de lo que nos

emociona, ya que el aprendizaje puede ocurrir en diferentes estados emocionales, aunque se reconoce la importancia de aspectos como la curiosidad, la motivación y el compromiso por el aprendizaje.

Como nos podemos dar cuenta, los conocimientos relacionados con los neuromitos están relacionados unos con otros, pues la definición y estudio científico de cada uno; brinda conocimientos para poder argumentar adecuadamente otros, pudiendo llegar a argumentar acertadamente en base al estudio y aprendizaje de algunos términos neurocientíficos que ayudan a comprender el funcionamiento cerebral.

La intervención por indagación facilita la posibilidad de tomar una postura crítica ante los neuromitos, permitiendo al estudiantado aprender, primeramente, a partir de sus conocimientos previos y experiencias personales para posteriormente desmontar neuromitos mediante los intercambios grupales, la reflexión conjunta y el análisis crítico. A través de estas *“discusiones”* se ha logrado promover una visión más científica y realista del funcionamiento cerebral y sus implicaciones en el proceso de aprendizaje, alejándose de ideas simplificadas que son potencialmente dañinas si se siguen transmitiendo y aplicando dentro de las aulas de clase, lo que contribuye a fomentar prácticas educativas más efectivas, respetuosas y alineadas con la evidencia científica en neurociencia educativa.

Así pues, queda demostrado que el aprendizaje por indagación ha resultado ser más efectivo que las estrategias de enseñanza tradicional como la lectura individual, la creación de resúmenes, controles de lectura y la clase magistral, ya que no solo logra alcanzar mejores resultados en cuanto al conocimiento científico de los estudiantes, sino que se asocia al desarrollo del pensamiento

crítico y a que los estudiantes asuman una postura reflexiva ante las múltiples y llamativas estrategias que aparecen con frecuencia en el ámbito educativo, acercando los conocimientos científicos al estudiantado de manera que puedan encontrar significados entre la neurociencia y su práctica docente.

CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS

La presente investigación se propuso analizar el estado de conocimientos neurocientíficos en la formación inicial docente de profesionales en Educación Infantil, Primaria y Especial en Ecuador, identificando la persistencia de neuromitos y el impacto de la aplicación de una intervención educativa diseñada para fortalecer la comprensión crítica de estos.

La enseñanza de las ciencias todavía está orientada mediante la implementación de estrategias tradicionales que basan sus actividades en la impartición teórica de contenidos en lugar de concretar su aplicación práctica y el desarrollo del pensamiento crítico, lo cual es muy necesario especialmente en el campo de la educación. Así, conceptos ampliamente difundidos, como los neuromitos educativos, pueden tener consecuencias en la implementación de estrategias y recursos en el aula, cuya aplicación no está fundamentada en evidencia científica.

Esta investigación plantea la enseñanza de las ciencias a través del Aprendizaje por Indagación, cuyo objetivo es lograr la construcción activa del conocimiento y desarrollar el pensamiento crítico, a través de preguntas que desafíen el pensamiento del estudiantado y motiven la reflexión sobre un hecho científico, que, al relacionarlo con experiencias y aportes personales, crea aprendizajes más significativos.

A lo largo del estudio se evidenció que, si bien existe un interés genuino por parte del estudiantado en el conocimiento neurocientífico aplicado a la educación, persisten creencias erróneas que pueden obstaculizar prácticas pedagógicas fundamentadas. Asimismo, se logró demostrar que una propuesta formativa innovadora, basada en metodologías activas, contribuye significativamente a la desmitificación y apropiación crítica de estos saberes.

En este capítulo final se presentan las reflexiones globales del estudio, incorporando las limitaciones que contextualizan sus resultados y las proyecciones futuras que se abren a partir de sus hallazgos.

Se inicia planteando algunas interrogantes relacionadas con la enseñanza de las ciencias en Ecuador:

- ¿Qué se enseña sobre neurociencias en la formación de los futuros docentes de EI, EP y EE en Ecuador?
- ¿Qué conocimientos tienen sobre los neuromitos los estudiantes de las carreras de EI, EP y EE en Ecuador?
- ¿Es posible mejorar las concepciones sobre la neurociencia y sus aportaciones a la educación de alguno de estos grupos?

De donde se derivan tres hipótesis que orientan la solución para estas interrogantes:

- La H1 plantea que las neurociencias se consideran importantes en la formación inicial de docentes y aunque están presentes en los planes de estudio, se enseñan con pocas implicaciones tanto teóricas como prácticas, sin superar los neuromitos existentes.

- La H2 sostiene que los futuros docentes tienen conocimientos muy generales sobre las neurociencias, incurriendo en neuromitos y no saben cómo aplicar esta ciencia en la educación.
- La H3 plantea que aplicar una intervención didáctica para la enseñanza de los neuromitos a través del aprendizaje por indagación, mejorará los conocimientos y la aplicación de las neurociencias en los futuros docentes.

Las hipótesis están fundamentadas en la importancia que tiene la neurociencia en el ámbito educativo como un eje que debe estar presente en la formación inicial de docentes independientemente de la carrera que se elija, para garantizar procesos educativos basados en evidencia científica. Sin embargo, no se trata de enseñar por enseñar, sino procurar que estos conocimientos sean interiorizados adecuadamente y que puedan ser aplicados en situaciones educativas reales.

Para comprobar la primera hipótesis se llevó a cabo el análisis de los planes de estudio de las tres carreras: EI, EP y EE, así como también de 4 guías docentes de las asignaturas de neurociencias, sus contenidos y bibliografía utilizada, además de realizar entrevistas al profesorado que imparte las asignaturas relacionadas con la neurociencia.

El análisis de los planes de estudio pone de manifiesto que en la UNAE se reconoce la importancia de las neurociencias en la enseñanza desde su Modelo Educativo Pedagógico y está presente en los planes de estudio de las tres carreras que forman parte del estudio, sin embargo, su estudio se profundiza en una sola asignatura (o dos en el caso de EP), sin que esto llegue a ser suficiente para impactar en la práctica docente. Por otra parte, se aprecia que

en los planes de estudio se da énfasis a las asignaturas pedagógicas en detrimento de las científicas, de la didáctica general y de las didácticas específicas.

El análisis de las guías docentes evidencia que, aunque las asignaturas de neurociencias tienen una carga significativa de horas de aprendizaje en contacto con el docente, las estrategias que se utilizan para enseñar contenidos neurocientíficos no se alejan de las prácticas de enseñanza tradicionales, utilizando en su mayoría la clase expositiva con presentaciones, lecturas y elaboración de resúmenes que no dan paso a la reflexión y al cuestionamiento. Al abordar un alto contenido teórico, se recurre a los cuestionarios y elaboración de trabajos de investigación como medio de evaluación, sin lograr dejar aprendizajes significativos en el estudiantado.

En cuanto a la bibliografía utilizada se puede evidenciar que, aunque es amplia y mayormente actualizado, no se referencian algunos autores importantes como Tracy Tokuhama y por otra parte se mencionan referentes que no tienen una formación neurocientífica o cuyos aportes no están científicamente respaldados. Aunque la bibliografía utilizada ofrece una base sólida, es esencial que el profesorado esté al tanto de las últimas investigaciones en neurociencia educativa, para evitar malentendidos y mejorar a la calidad del aprendizaje.

Destacamos el uso del libro *Apuntes de Neurociencia Educativa* (Sánchez, 2019), que precisamente fue creado con el objetivo de ofrecer una herramienta de estudio y reflexión, en el cual el capítulo sobre Neuromitos Educativos, fue desarrollado por parte de nuestro equipo de investigadores, aportando así al desarrollo científico de las asignaturas de neurociencias. Finalmente, se

evidenció que el contenido relacionado con los neuromitos no es abordado con la profundidad esperada y por lo tanto no se reconoce la importancia de sus implicaciones dentro de los entornos educativos.

De las entrevistas realizadas al profesorado de neurociencias se evidencia que, aunque el profesorado no tiene una formación neurocientífica, se encuentran motivados con la enseñanza de las asignaturas y tienen conocimiento sobre los temas, aunque en algunos casos se evidencia falta de criticidad para seleccionar los materiales de estudio entre los autores que son neurocientíficos y aquellos que simplemente cumplen otros roles como aficionados, motivadores o “expertos”.

Sabemos que existen docentes que en otras asignaturas imparten ciertos contenidos relacionados con las neurociencias (estilos de aprendizaje, inteligencias múltiples, ritmos de aprendizaje, neurodesarrollo, desarrollo psicoevolutivo, entre otros), que no necesariamente tienen un abordaje neurocientífico, incurriendo en neuromitos especialmente cuando estas temáticas son tomadas como una alternativa para atender la diversidad desde sus enfoques, sin que sean abordadas desde un posicionamiento crítico sobre su efectividad en situaciones reales dentro del aula.

Los resultados obtenidos comprueban nuestra hipótesis, al determinar que, aunque en la UNAE se da importancia al estudio de las neurociencias, las estrategias con las que se enseñan no son suficientes para crear aprendizajes significativos y superar los neuromitos existentes.

Para comprobar la H2 se pasó un cuestionario al estudiantado que permitió identificar sus perspectivas sobre la neurociencia, su papel en la educación y sus conocimientos sobre los neuromitos a través de argumentos.

Los resultados demostraron de manera general, que el estudiantado tiene poco conocimiento sobre los neuromitos incurriendo significativamente en los neuromitos más conocidos como: la dominancia hemisférica (cerebro izquierdo, cerebro derecho), en donde el 85,2% de los estudiantes no lograron dar un argumento correcto; el estilo de aprendizaje dominante (por ejemplo: auditivo, visual, kinestésico), en donde el 90,7% de los estudiantes tuvieron un argumento incorrecto; la creencia que sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de la función cerebral de los hemisferios, en el cual incurren en errores el 98,1% del estudiantado.

Los resultados demuestran que los estudiantes tienen falta de conocimiento sobre el cerebro, su funcionamiento y además incurren en neuromitos y no saben cómo aplicar esta ciencia en la educación, lo que comprueba nuestra segunda hipótesis. Evidentemente, las estrategias tradicionales de enseñanza no han logrado generar aprendizajes significativos en el estudiantado con respecto al contenido relacionado con los neuromitos, ya que luego de haber aplicado estas estrategias, se puede evidenciar que los estudiantes incluso en algunos ítems no lograron manifestar ni un argumento correcto.

Para comprobar la H3 se realizó la intervención de una secuencia didáctica relacionada con los neuromitos educativos a través del aprendizaje por indagación, aplicando un diseño experimental de tres grupos (control y experimental pre post).

El grupo experimental estuvo conformado por 111 estudiantes, a quienes se les aplicó pretest y posttest, se aplicó la secuencia didáctica abordando el estudio y revisión de ocho neuromitos y dos verdades científicas, las cuales fueron desarrolladas mediante un conjunto de actividades y preguntas que crearon

conflictos cognitivos en el estudiantado, permitiendo así su análisis, la reflexión conjunta y la construcción colectiva de conocimientos. Al relacionar las evidencias científicas con experiencias propias se logró interiorizar de mejor manera los conocimientos. Este cuestionario fue también aplicado con grupo control, que recibió el mismo contenido relacionado con los neuromitos a través de estrategias tradicionales como la clase expositiva o la lectura de textos.

La media obtenida para las puntuaciones en el pretest es 4,08 y en el postest 9,41. Con estos valores, la comparación de medias globales entre pretest y postest, ofrece resultado positivo, indicando una mejora estadísticamente significativa entre ambos grupos. Atendiendo a los resultados ítem a ítem se obtiene también una mejora estadísticamente significativa para la totalidad de ellos, aunque varía el tamaño de los efectos. Luego de llevar a cabo la intervención didáctica se evidencia que los resultados del grupo experimental son mejores en relación al grupo control, comprobando así nuestra hipótesis sobre la mejora en el aprendizaje de contenidos relacionados con las neurociencias, lo que permitió demostrar que el conocimiento didáctico del contenido puede mejorar a través del uso del aprendizaje por indagación, generando mayor comprensión del funcionamiento cerebral y sus implicaciones dentro del aula.

Detallando las respuestas obtenidas se puede mencionar que los ítems que tuvieron una mejora mayormente significativa fueron los relacionados con los ambientes estimulados (que pasa del 20,7 al 57,7 %), el tamaño del cerebro masculino (del 18,9 al 65,8 %) y el aprender solo lo que nos emociona (del 22,5 al 55%), esto puede deberse a que gracias a las explicaciones teóricas

basadas en experimentos científicos mal entendidos y transferidos a la educación sin ninguna evidencia, los estudiantes pudieron llegar a sus propias conclusiones como se detalló en los comentarios cualitativos. Con respecto al tamaño del cerebro masculino y femenino, fue una temática que tuvo mucho debate desde las creencias del estudiantado y sus perspectivas, al exponer los hechos científicos se despejaron las inconsistencias y creencias previas con respecto a este tema. Y finalmente, la exposición de situaciones personales tanto positivas como negativas, que han generado aprendizaje en el estudiantado y con el apoyo de literatura científica adecuada, facilitó la interiorización de la verdad en torno a este neuromito.

También se aprecian importantes mejoras en todos los ítems respecto del grupo control en donde se aprecia que, con respecto al ítem 1 (dominancia hemisférica) este grupo obtiene un 3,7% en relación al 30,6% del grupo experimental. En el ítem 2 (períodos críticos) el grupo control apenas alcanza el 18,5% de argumentos correctos respecto al 49% en el grupo experimental. En los ítems 3 (estilos de aprendizaje), 4 (ambientes estimulantes), 7 (tamaño del cerebro) y 8 (daño cerebral) el grupo control apenas alcanzó un 1,9% de argumentos correctos; en relación al 21,6%, 57,7%, 65,8% y 25,2% obtenido por el grupo experimental, respectivamente, lo que indica diferencias significativas en el aprendizaje de estos neuromitos.

En el Ítem 5 (brain gym) el grupo control no alcanzó a dar ningún argumento correcto con respecto al 18,9% alcanzado por el grupo experimental, reconociendo que este neuromito es altamente difundido. El Ítem 6 (herencia y ambiente) el grupo control alcanzó un 18,5% con respecto al 45% del grupo experimental. El Ítem 9 (neurogénesis) alcanzó un 11,1% en el grupo control

respecto al 32,4% del grupo experimental. Finalmente, en el ítem 10 (emociones y aprendizaje) el grupo control alcanzó un 25,9% con respecto al 55% alcanzado en el grupo experimental. Como se puede apreciar, se alcanzaron resultados significativos al comparar el grupo control con el experimental, lo que indica que el aprendizaje por indagación ha resultado efectivo respecto a metodologías de enseñanzas tradicionales para la enseñanza de las ciencias.

Si bien esta investigación ha generado hallazgos relevantes sobre la enseñanza de las neurociencias y la persistencia de neuromitos en la formación inicial del profesorado de Infantil, Primaria y Especial, es importante reconocer ciertas limitaciones que contextualizan y acotan su alcance.

Una primera limitación se relaciona con la muestra seleccionada, aunque representativa de las tres carreras analizadas en UNAE, no abarca una muestra de las universidades del país que imparten formación docente, lo que restringe la posibilidad de generalizar los resultados a otros contextos educativos a nivel nacional. Asimismo, el número de participantes en la intervención, si bien adecuado para el diseño experimental aplicado, podría ampliarse en futuros estudios para fortalecer el análisis estadístico y diversificar perfiles de ingreso y de salida, así como trayectorias previas y contextos de práctica docente.

Otra limitación importante radica en la temporalidad del estudio, al centrarse en una intervención puntual no se evalúa el impacto sostenido de los aprendizajes obtenidos en el tiempo ni su transferencia real a escenarios educativos auténticos. Sería deseable incorporar evaluaciones longitudinales que permitan analizar la estabilidad y la aplicabilidad de los conocimientos

neurocientíficos adquiridos en entornos áulicos, que permitan dilucidar si los contenidos científicos sobre neurociencias se aplican adecuadamente en entornos reales y diferentes contextos.

Desde el punto de vista metodológico, si bien la triangulación cualitativa y cuantitativa permitió fortalecer la validez del estudio, la profundidad de las entrevistas podría haberse enriquecido mediante sesiones múltiples o la inclusión de grupos focales que exploren en mayor medida las percepciones del profesorado sobre la enseñanza de las neurociencias y la selección crítica de sus fuentes, situación que no fue posible por la falta de tiempo y las múltiples responsabilidades del profesorado.

Finalmente, la propia complejidad del objeto de estudio, la apropiación del conocimiento neurocientífico y su aplicación pedagógica, exige una constante actualización de referentes teóricos. En ese sentido, aunque se ha buscado una base bibliográfica actualizada y crítica, la naturaleza cambiante de los avances en neuroeducación plantea el desafío permanente de revisar y complementar los marcos teóricos empleados.

En cuanto a la investigación, los hallazgos permiten generar la posibilidad de proyectar nuevas líneas de investigación orientadas a profundizar la relación entre neurociencias, enseñanza y formación docente. A través de los grupos de investigación se pueden profundizar los conocimientos sobre neurociencias a través de cursos MOOC, seminarios o talleres en los que se recalque la importancia de estos contenidos en la formación profesional del profesorado, ya que el cerebro es la materia prima del aprendizaje.

En cuanto a la docencia, esta investigación podría ayudar a mejorar los programas curriculares de todas las carreras de la UNAE, incluyendo el abordaje neurocientífico desde sus propios contenidos, puesto que actualmente

únicamente tres carreras (de 7) abordan asignaturas relacionadas con las neurociencias en sus planes de estudio. Se sugiere explorar el diseño curricular de las asignaturas vinculadas a neurociencia desde un enfoque interdisciplinar y participativo, incorporando las voces del estudiantado, el profesorado y expertos en neurociencias.

Se puede proponer la creación de un eje transversal que articule estos contenidos en las diferentes carreras de grado y programas de posgrado, ayudando a consolidar una formación docente más crítica, científica y empática, lo cual sería muy importante para complementar el perfil de salida de los futuros docentes, transversalizando estos contenidos desde cualquier asignatura.

Otra línea de investigación pertinente sería la consistencia en el diseño, implementación y evaluación de programas de formación continua para docentes en ejercicio, con el fin de fortalecer sus saberes neuroeducativos y contrarrestar la persistencia de mitos que, como se ha evidenciado, aún se evidencian incluso entre el profesorado. Estas capacitaciones podrían apoyarse en metodologías activas como el aprendizaje por indagación, la reflexión crítica o el análisis de casos reales.

Sería interesante desarrollar investigaciones comparativas entre distintas universidades, tanto del Ecuador como de otros países, para analizar cómo se enseña la neurociencia en la formación docente y qué tipo de enfoques se priorizan. Esto permitiría identificar buenas prácticas, construir redes de colaboración académica y avanzar hacia una agenda compartida de investigación en neuroeducación.

Finalmente, para futuras investigaciones sería importante identificar la aplicabilidad de los conocimientos científicos adquiridos por el estudiantado dentro de su práctica docente, permitiendo comprobar si estos se aplican o no de manera efectiva dentro de las planificaciones didácticas, en las estrategias de enseñanza - aprendizaje que se aplican dentro del aula y en los ambientes de aprendizaje.

También realizar estudios que acompañen el prácticum o sus primeros años de ejercicio profesional permitiría observar cómo transfieren lo aprendido en torno a los neuromitos y cómo integran los aportes neurocientíficos en sus planificaciones de aula, que incluyen los elementos curriculares como los objetivos, las estrategias metodológicas, los recursos y las formas de evaluación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia Americana de Pediatría. (1999). *La importancia del ejercicio físico en el desarrollo infantil*. American Academy of Pediatrics.
- Andiliou, A. & Murphy, P.K. (2020). Examining the role of creative and critical thinking in scientific reasoning and knowledge acquisition. *Thinking Skills and Creativity*, 36, 100654. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100654>
- Arenas, M. (2009). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 1–9. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2009.v6.i1.01
- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Avilés, G. (2011). La metodología indagatoria: una mirada hacia el aprendizaje significativo.
- Avilés, M. (2011). El aprendizaje basado en la indagación: Una metodología para promover la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(1), 20–28.
- Balastegui, M., Palomar, R., & Solbes, J. (2020). ¿En qué aspectos es más deficiente la alfabetización científica del alumnado de Bachillerato? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3302.

https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3302

- Barba, V.P.G. & Barba, S.E.B. (2024). Neurociencia y aprendizaje: conexiones cerebrales, plasticidad, mitos y su importancia en la educación. *Polo del Conocimiento*, 9(9), 1500-1529.
- Battro, A., Fischer, K., & Léna, P. (2016). *Cerebro educado*. Editorial Gedisa.
- Beaty, R.E., Benedek, M., Silvia, P.J. & Schacter, D.L. (2019). Creative cognition and brain network dynamics. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(7), 633–645. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.05.004>
- Bei, E., Argiropoulos, D., Van Herwegen, J., Incognito, O., Menichetti, L., Tarchi, C. & Pecini, C. (2024). Neuromyths: Misconceptions about neurodevelopment by Italian teachers. *Trends in Neuroscience and Education*, 34(100219), 100219. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2023.100219>
- Beroiza-Valenzuela, F. (2023). La neurociencia cognitiva en la Formación Inicial Docente chilena. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 22(50), 235-250. <https://doi.org/10.21703/rexe.v22i50.1719>
- Betancur-Tarazona, D.M., Castellanos-Carrillo, L.N. & Granados-Pérez, Y. (2022). La indagación en el aprendizaje y la enseñanza de las Ciencias Naturales en un grupo de estudiantes de séptimo grado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 21(1).
- Bisquerria Alzina, R. & Pérez Escoda, N. (2007). Las competencias emocionales. *Educación XXI*, 1, 61-82.

- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. Editorial La Muralla.
- Bruer, J. T. (1994). Classroom problems, school culture, and cognitive research. En *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 255–270). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1861.003.0018>
- Bruer, J. T. (2016). Where is educational neuroscience? *Educational Neuroscience*, 1, 237761611561803. <https://doi.org/10.1177/2377616115618036>
- Bueno, D. (2017). *Neurociencia para educadores*. Editorial Octaedro.
- Bueno, D., & Forés, A. (Coords.). (2020). *La práctica educativa con mirada neurocientífica*. Editorial Horsori.
- Bueno, D. (2022). *El cerebro del niño y la educación*. Plataforma Editorial.
- Bueno Torrens, D. y Forés Miravalles, A. (2024). *La docencia universitaria en clave neuroeducativa: viejos problemas, nuevos retos: oportunidades para el cambio*.
- Burgos, M., López-Martín, M. del M., Aguayo-Arriagada, C.G. & Albanese, V. (2022). Análisis cognitivo de tareas de comparación de probabilidades por futuro profesorado de Educación Primaria. *UNICIENCIA*, 36(1), 1-24. <https://doi.org/10.15359/ru.36-1.38>

- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (Expanded ed.). National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/9853>
- Bybee, R.W. (2020). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. NSTA Press
- Caballero, M. (2021). *Psicología del aprendizaje escolar: claves para una docencia emocionalmente consciente*. Ediciones Morata.
- Caballero, M. (Coord.), García Cabrera, M. del M., & Llorent, V. J. (2021). *Hacer de la neuroeducación el arte de enseñar: Pensar y sentir para desarrollar las competencias clave*. Ediciones Pirámide. <https://www.edicionespiramide.es/libro/psicologia/hacer-de-la-neuroeducacion-el-arte-de-ensenar-maria-caballero-9788436844689/>
- Carballo Márquez, A., & Portero Tresserra, M. (2018). *Neurociencia y educación: Aportaciones para el aula* (10 ideas clave). Editorial Graó.
- Carballo, J.G.S. (2024). *Neurociencia y educación: descifrando nuevos caminos en el proceso de aprendizaje. Pedagogía y educación, en perspectiva mesoaxiológica. Cuestiones aplicadas*.
- Carew, T.J. & Magsamen, S.H. (2020). Neuroscience and education: An ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide learning. *NPJ Science of Learning*, 5(1), 1–5. <https://doi.org/10.1038/s41539-020-00072-7>
- Carmona, C.E. (2022). *Neuroeducación y diseño universal de aprendizaje: Una propuesta práctica para el aula inclusiva*. Ediciones Octaedro.

- Casillas-Martín, S. & Cabezas-González, M. (2024). La falsa Neuroeducación: Descubriendo mitos en la formación inicial de los educadores. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 27(3), 19-34. <https://doi.org/10.6018/reifop.614351>
- Christensen, V.F. & Ceberio, M.R. (2025). Neurobiología del amor romántico. Neurotransmisores, neurohormonas y cerebro en las relaciones amorosas. *Revista Iberoamericana ConCiencia*, 10(1), 21-34.
- Cobb, P., Confrey, P., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001009>
- Cobos Velasco, J.C. (2022). El uso de la neurociencia educativa para mejorar los métodos de enseñanza y aprendizaje. *Bastcorp International Journal*, 1(1), 42-50. <https://doi.org/10.62943/bij.v1n1.2022.22>
- Cobos, S. (2022). Neuroeducación y docencia: un enfoque integrador. Editorial Octaedro.
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E. & Ecclestone, K. (2004). *Should we be using learning styles?: What research has to say to practice* (Report No. 007). Learning & Skills Research Centre. <https://www.lsda.org.uk/files/PDF/1539.pdf>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Erlbaum.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). Routledge.

- Cristóbal, C. M., & García, H. A. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 99-104.
- Cunha de Menezes, J.P. (2025). Neuro¿Qué? Desentrañando Neuromitos. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 22(1).
https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i1.1203
- Dávalos Hernández, A. (2024). Inteligencia espiritual y neurociencia en el proceso de la motivación para el aprendizaje. *RIDE revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 14(28). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1783>
- De Pro Bueno, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*. 16 (1), 21-41
- Dekker, H.D. & Kim, J.A. (2022). Mechanisms of propagation and factors contributing to beliefs in neuromyths. En *Monographs in the Psychology of Education* (pp. 21-37). Springer International Publishing.
- Dekker, S., Lee, N.C., Howard-Jones, P.A. & Jolles, J. (2020). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology*, 11, 3042.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.562238>
- Dewey, J. (1945). Methods in Science Teaching. *Science Education*, 29, 119-123. <https://doi.org/10.1002/sce.3730290303>

- Doidge, N. (2015). *The brain's way of healing: Remarkable discoveries and recoveries from the frontiers of neuroplasticity*. Penguin Books.
- Driver, R. (2000). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (3.^a ed.). Morata.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688.
<https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Escalona, J., Contreras, I., Vielma, M., Labrador, M., Torres, J., & Mancilla, J. (2013). Formación científica de docentes y sus obstáculos epistemológicos sobre clasificación biológica. *En IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Girona, 9-12 de septiembre de 2013.
- Falquéz, F. (2018). Del conocimiento científico al malentendido. Prevalencia de neuromitos en estudiantes ecuatorianos. *Revista Iberoamericana de Educación* (78), 87-106.
- Fernández, A. (2017). *Neuroeducación y educación emocional: La transformación de la educación desde las ciencias del cerebro*. Desclée De Brouwer.
- Ferreira, R. & Gómez, L. (2019). ¿Por qué la neurociencia debería ser parte de la formación inicial docente?. *Synergies Chili*, 15, 45-56.
- Ferrero, M. (2020). ¿Cómo enseñar neurociencia para evitar neuromitos? Un estudio experimental en formación docente inicial. *Revista de*

Educación a Distancia (RED), 20(62).
<https://doi.org/10.6018/red.448431>

- Ferrés Gurt, C., Marbà Tallada, A., & Sanmartí Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: Instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22–37.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.03
- Fischer, K. (2009). Mind, Brain and Education; Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching. *Mind Brain and Education*, 3(1), 3-16. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2008.01048.x>
- Forés Miravalles, A., Gamo Rodríguez, J. R., Guillén Buil, J. C., Hernández Morlans, T., Ligioiz Vázquez, M., Pardo Vallejo, F., & Trinidad Cascudo, C. (2015). *Neuromitos en educación: El aprendizaje desde la neurociencia*. Plataforma Editorial.
<https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol12iss30.2019pp143-159p>
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2–18. <https://doi.org/10.1037/a0024338>
- Furió, C., Solbes, J. & Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique*, 48, 64-78.

- Furman, M., Barreto, M. C., & Sanmartí, N. (2013). El proceso de aprender a plantear preguntas investigables. *Educación Química EduQ*, 14, 1–8. <https://doi.org/10.2436/20.2003.02.102>
- Fuster, J. M. (2003). *Cortex and mind: Unifying cognition*. Oxford University Press.
- García-Molina, M., Medina, G., & Cevallos, N. (2018). Valoración del grado de funcionalidad y su asociación con la presencia de comorbilidades crónicas degenerativas en los adultos mayores que acuden al servicio de consulta externa del Hospital General "Enrique Garcés" durante el primer semestre de 2018. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Recuperado de <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15734>
- García-Molina, A., Tirapu-Ustárroz, J. & Roig-Rovira, T. (2018). Neuroplasticidad: Mecanismo de adaptación cerebral. *Revista de Neurología*, 66(2), 45–53. <https://doi.org/10.33588/rn.6602.2018094>
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books.
- Geake, J. (2003). Cognitive neuroscience: Implications for education? *Westminster Studies in Education*, 26(1), 7–20. <https://doi.org/10.1080/0140672030260102>
- Georgieva, E. (2022). Neuroscience and Education. *Педагогически форум*, 10(2), 29-35. <https://doi.org/10.15547/pf.2022.010>
- Gil Pérez, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 26–33. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5408>

- Gil-Pérez, D. & Vilches, A. (2008) ¿Qué deben saber y saber hacer los profesores universitarios? En *Novos enfoques no ensino universitario* (pp. 25-43). Universidad de Vigo. https://www.researchgate.net/publication/292103137_Que_deben_saber_e_saber_facer_os_profesores_universitarios
- Gini, S., Knowland, V., Thomas, M.S.C. & Van Herwegen, J. (2021). Neuromyths about neurodevelopmental disorders: Misconceptions by educators and the general public. *Mind, Brain and Education: The Official Journal of the International Mind, Brain, and Education Society*, 15(4), 289-298. <https://doi.org/10.1111/mbe.12303>
- Goldin, A. (2022). *Neurociencia en la escuela: Guía amigable (sin bla bla) para entender cómo funciona el cerebro durante el aprendizaje*.
- Gómez Cajamarca, I.D.C., López Cornejo, S.M., López Sánchez, I.Y., Moreira Cedeño, J. del C. & Solís Mejía, J.G. (2025). Neurociencia y Aprendizaje Basado en la Naturaleza: Estrategias Innovadoras para Potenciar la Memoria y la Atención en la Educación Científica. *Arandu UTIC*, 12(1), 2908-2926. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.781>
- Goswami, U. (2004). *Neuroscience and education. British Journal of Educational Psychology*, 74(1), 1–14. <https://doi.org/10.1348/000709904322848798>
- Goswami, U. (2006). *Neuroscience and education: From research to practice?* Nature Reviews Neuroscience, 7(5), 406–413. <https://doi.org/10.1038/nrn1907>
- Gould, S. (1997). *La falsa medida del hombre*. Crítica.

- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2013). *Statistics for the behavioral sciences* (9th ed.). Wadsworth Publishing.
- Guillén, G. (2015). Estilos de aprendizaje: ¿realidad o neuromito? Una revisión crítica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 67(2), 89–106. <https://doi.org/10.35362/rie6722807>
- Guillén, J. C. (2017). *Neuroeducación en el aula: De la teoría a la práctica*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4.^a ed.). McGraw-Hill.
- Herrera, J. I., Parrilla, Á., Blanco, A., & Guevara, G. (2018). La formación de docentes para la educación inclusiva: Un reto desde la Universidad Nacional de Educación en Ecuador. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 12(1), 21–38. <https://doi.org/10.4067/S0718-73782018000100003>
- Hoferichter, F. y Raufelder, D. (2024). Mind, brain and education- Neuromechanisms during child development. *The British Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1111/bjep.12702>
- Hoferichter, F., & Raufelder, D. (2024). Bridging neuroscience and classroom practice: The social-emotional side of learning. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1224507. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1224507>
- Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817–824. <https://doi.org/10.1038/nrn3817>

- Hruby, G. (2012). Three requirements for justifying an educational neuroscience. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 1–23. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02031>
- Hughes, B., Sullivan, K.A. y Gilmore, L. (2020). Why do teachers believe educational neuromyths? *Trends in Neuroscience and Education*, 21(100145), 100145. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2020.100145>
- Kavale, K. A., & Forness, S. R. (1987). Substance over style: Assessing the efficacy of modality testing and teaching. *Exceptional Children*, 54(3), 228–239. <https://doi.org/10.1177/001440298705400305>
- Krätzig, G.P. & Arbuthnott, K. D. (2006). *The relationship between learning styles and academic achievement in college students. Learning and Individual Differences*, 16(3), 256–267.
- Krätzig, G.P. & Arbuthnott, K.D. (2006). Perceptual learning style and learning proficiency: A test of the hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 238–246. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.238>
- Latorre, A. (2005). *La Investigación Acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Editorial Grao.
- Lewontin, R. C., Rose, S. & Kamin, L. J. (1990). *Not in our genes: Biology, ideology, and human nature*. Pantheon Books.
- Ligouri, S. (2005). *La enseñanza de las ciencias basada en la indagación*. Ministerio de Educación.

- Linares, F. (2023). Didáctica de la indagación científica en el aula escolar. Universidad Nacional de Educación.
- Linares, G.L.D. (2023). Aprendizaje basado en indagación (ABI): una estrategia para mejorar la enseñanza-aprendizaje de la química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 27-41.
- Lippmann, M. (2022). Brain-based learning: Insights into motivation and cognition. *Journal of Neuroscience & Education*, 14(1), 33–47.
- Lippmann, M. (2022). Inquiry-based learning in psychology. En *Springer International Handbooks of Education* (pp. 1-30). Springer International Publishing.
- Lopez Alvarez, S.C., Avalos Almeida, R. & Avila Soliz, L.G. (2024). Plasticidad cerebral como herramienta para favorecer habilidades cognitivas en alumnos con dificultades de aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 2644-2655. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12512
- Lower-Hoppe, L.M., Brgoch, S., Chen, Y.J. & Sutherland, S. (2021). Inquiry-based learning in action: Theory and practice in higher education. En *Advances in Educational Technologies and Instructional Design* (pp. 34-59). IGI Global.
- Macdonald, K., Germine, L., Anderson, A., Christodoulou, J. & McGrath, L.M. (2017). Dispelling the myth: Training in education or neuroscience decreases but does not eliminate beliefs in

- neuromyths. *Frontiers in psychology*, 8.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01314>
- Macdonald, K., Germine, L., Anderson, A., Christodoulou, J. & McGrath, L.M. (2023). Educational neuromyths: A systematic review of recent literature and implications for practice. *Mind, Brain, and Education*, 17(1), 4–20. <https://doi.org/10.1111/mbe.12314>
- Mark, G. (2023). *Cómo recuperar la capacidad de atención: Un método revolucionario para concentrarse y combatir la distracción*. Ediciones Urano.
- Martínez Borreguero, G., Corzo Cortés, T., Mateos Núñez, M. & Naranjo Correa, F.L. (2023). Implicaciones cognitivas y emocionales de la implementación de un videojuego para el aprendizaje de contenidos de ciencias en Primaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 20(1).
https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1202
- Martínez Forero, R.A., Arrieta Guerra, J.J. y Tovar Guerra, J. del C. (2022). Los aportes teóricos de la neuropedagogía al desarrollo de estrategias didácticas en la enseñanza- aprendizaje en una era postcovid 19. *Boletín Redipe*, 11(5), 87-95.
<https://doi.org/10.36260/rbr.v11i5.1818>
- Martínez-Castrejón, M. (2025). Neuromitos: desconexión entre la neurociencia y la educación. *RIDE revista iberoamericana para la*

- investigación y el desarrollo educativo*, 15(30).
<https://doi.org/10.23913/ride.v15i30.2318>
- Mejía López, A.D., Boeta González, L.J., Flores Villafuerte, M.J. & Cuecuecha Sánchez, L.Á. (2025). Integración del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria de matemáticas: un enfoque para enfrentar desafíos académicos. *Reincisol.*, 4(7), 417-439.
[https://doi.org/10.59282/reincisol.v4\(7\)417-439](https://doi.org/10.59282/reincisol.v4(7)417-439)
- Mendoza Jacomino, A. (2024). Neuroeducación: perspectivas, límites y desafíos éticos. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 22(3), 65–79.
- Mendoza Jacomino, C.A. (2024). sujeto cerebral: desafíos epistemológicos en la era de la Neurociencia. *Revista científica de estudios sociales*, 3(5), 135-150. <https://doi.org/10.62407/rces.v3i5.139>
- Meneses Granados, N. (2019). Neuroeducación. Sólo se puede aprender aquello que se ama, de Francisco Mora Teruel. *Perfiles educativos*, 41(165), 210-216.
<https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.165.59403>
- Miller, M., & Immordino-Yang, M. H. (2021). The role of social interactions in inquiry-based learning: Implications for neuroscience and education. *Educational Psychologist*, 56(2), 123–137.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2021.1883456>
- Minner, D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2022). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years later. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(8), 1234–1255. <https://doi.org/10.1002/tea.21727>

- Molleapaza Poma, B., Mamani Pampamallco, R.M. & Apaza Mamani, R. (2024). Desmitificando Neuromitos en la Educación: Revisión Sistemática sobre su Prevalencia y Consecuencias en América Latina. *Comuni@cción*, 15(4), 383-396. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.15.4.1187>
- Montanez, A., Trasante, T., Silva, C., & Imbert, D. (2021). Aprendizaje por indagación en la enseñanza de la Microbiología de suelos: diseño participativo de herramientas para la experimentación. *Revista de Educación en Biología*, 24(1), 102-118.
- Monzón, D. (1964). *Introducción al diseño de experimentos*. M.A.C. Centro de Investigaciones Agronómicas.
- Morales-Morales, L.A. (2024). Neurociencia y el modelo educativo de Vygotsky: Implicaciones para la enseñanza en la educación superior. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(2), 91-108. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/540>
- Nash, J. M. (1997, 3 de febrero). Fertile minds. *Time*. <https://content.time.com/time/subscriber/article/0,33009,985854,00.html>
- Nollmeyer, G E. & Baldwin, K.A. (2022). Inquiry-based learning: Definition, history, and frameworks. En *Inquiry-based Learning: Definition, History, and Frameworks*. Routledge.
- Nollmeyer, G.E. & Baldwin, M. (2022). Neuroscience in education: How curiosity and challenge drive learning. *Journal of Educational Practice*, 13(2), 112–128.

- Ormrod, J. E. (2014). *Educational psychology: Developing learners* (8th ed.). Pearson.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2020). *Good practice in science teaching: What research has to say* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
- Pacheco, D.M. & Barbosa, R. (2025). Aprendizaje Basado en Problemas: una alternativa para fortalecer la competencia de indagación en docentes de Ciencias Naturales. *Educación y Ciudad*, 48.
- Pacheco, R., & Barbosa, E. (2025). La indagación como herramienta de enseñanza-aprendizaje en ciencias. *Revista de Investigación Educativa*, 42(1), 78–95.
- Pallarés-Domínguez, D. (2016). Los estilos de aprendizaje: ¿un recurso útil o un neuromito más? *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(1), 114–127. <https://doi.org/10.24320/redie.2016.18.1.1034>
- Pasquinelli, E. (2012). *Neuromyths: Why do they exist and persist?* *Mind, Brain, and Education*, 6(2), 89–96. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2012.01141.x>
- Pastor, C. (2012). *Diseño Universal para el Aprendizaje: Educación para todos y prácticas de enseñanza inclusivas*. Ediciones Morata.
- Pérez, L. (2021). Educación, emoción y contexto: Un enfoque crítico de la neurociencia educativa. *Revista de Psicología Educativa*, 27(2), 134–150.

- Pérez, V.M.O. (2021). Pedagogía social y educación social. *Revista educação em questão*, 59(59). <https://doi.org/10.21680/1981-1802.2021v59n59id24018>
- Portellano, J. A. (2018). *Neuropsicología infantil*. TEA Ediciones.
- Posner, M. I., Divecha, D., & Keeley, S. M. (2014). *How we learn: The surprising truth about when, where, and why it happens*. Basic Books.
- Pozo, J.I. (2020). Aprender ciencias es conectar ideas personales con otras más potentes y fructíferas. En D. Couso, M.R. Jimenenez-Liso, C. Refojo y J.A. Sacristán (Coords), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 13-39). FECYT y Fundacion Lilly. Penguin Random House.
- Quintuña, C. & Herrera, R. (2024). Neurociencia educativa: Una mirada desde la práctica docente. Ediciones Universidad Técnica del Norte.
- Rego, M.Á.S., Moledo, M.L. & Núñez, Í.M. (2021). *El aprendizaje-servicio y la educación universitaria: Hacer personas competentes*.
- Retana-Alvarado, D.A., De Las Heras-Pérez, M.Á., Vázquez-Bernal, B. & Jiménez-Pérez, R. (2023). *El cambio en las emociones de futuros maestros en la interacción con una enseñanza de las ciencias basada en indagación. Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. 139-161.
- Reyes Cruz, M. del R. (2024). Contexto, emociones y creencias de autoeficacia de futuros profesores de inglés. En *Acciones educativas: Desarrollo de proyectos académicos comunitarios sustentables* (pp. 59-73). Ediciones Comunicación Científica.

- Rodríguez, N. (2011). Diseños Experimentales en Educación. *Revista de Pedagogía*, 32(91), 147-158.
- Rosenzweig, M. R., Krech, D., Bennett, E. L., & Diamond, M. C. (1962). Effects of environmental complexity and training on brain chemistry and anatomy: Areplication and extension. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55(4), 429–437. <https://doi.org/10.1037/h0041137>
- Saint Hilaire, R.I.R. (2025). La enseñanza-aprendizaje interdisciplinaria de las ciencias sociales en el nivel secundario de la República Dominicana. *Revista Multidisciplinaria Voces de América y el Caribe:(REMUVAC)*, 2, 208-228.
- Sala, G., & Gobet, F. (2020). *Neuromitos en la educación*. Editorial Octaedro.
- Sam, L. (2024). Habilidades científicas en educación secundaria: Enseñar a indagar. *International Journal of Science Teaching*, 9(1), 55–70.
- Sam, R. (2024). Systematic review of inquiry-based learning: assessing impact and best practices in education. *F1000Research*, 13, 1045. <https://doi.org/10.12688/f1000research.155367.1>
- Sánchez Cruz, L. (Coord.). (2023). *Apuntes de neurociencia educativa* (1.^a ed.). Universidad Nacional de Educación. <https://libros.unae.edu.ec/index.php/editorialUNAE/catalog/book/apuntes-de-neurociencia-educativa>
- Sandoval, C., Jiménez Martínez, D.A. & Pereira Moreno, M.C. (2021). *Funcionamiento Ejecutivo en la infancia: una mirada desde la neuropsicología cognitiva*.

- Sanmartí, N., & Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 27–36.
- Santi-León, F. (2019). Educación: La importancia del desarrollo infantil y la educación inicial en un país en el cual no son obligatorios. *Revista Ciencia UNEMI*, 12(30), 143–159. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol12iss30.2019pp143-159p>
- Sawyer, R. K. (2018). Teaching and learning how to create in schools of art and design. *Journal of the Learning Sciences*, 27(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/10508406.2018.1533141>
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Siemens, G. (2006). *Knowing knowledge*. Lulu Press. https://www.elearnspace.org/KnowingKnowledge_LowRes.pdf
- Solbes, J. (2024). Construyendo la Didáctica de las Ciencias: hacia una Educación Científica basada en Evidencias. *Praxis & Saber*, 15(40), 1–17. <https://doi.org/10.19053/uptc.22160159.v15.n40.2024.17445>
- Solbes, J. & Vilches, A. (1989). Interacciones ciencia -técnica -sociedad: un instrumento de cambio actitudinal, *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 14-20
- Solbes, J. & Vilches, A. (1997). STS Interactions and the teaching of Physics and Chemistry, *Science Education*, 81, 377-386.

[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199707\)81:4<377::AID-SCE1>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<377::AID-SCE1>3.0.CO;2-9)

- Tokuhamas-Espinosa, T. (2020). *Neuroeducación: Solo lo que necesitas saber* (2.^a ed.). Paidós.
- Tsang, P.Y., Francis, G.A. & Pavlidou, E. (2024). Educational neuromyths and instructional practices: The case of inclusive education teachers in Hong Kong. *Trends in Neuroscience and Education*, 34(100221), 100221. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2024.100221>
- Tuckman, B. W. (1972). *Conducting educational research*. Harcourt Brace Jovanovich.
- Tumbaco Clemente, J.S., Moncayo Alvarado, K.A. & Tumbaco Clemente, M.B. (2025). La estimulación sensorial en el desarrollo de la motricidad fina en niños de 2 a 3 años. *Revista Académica YACHAKUNA*, 2(1), 146-159. <https://doi.org/10.70557/2025.ychkn.2.1.p146-159>
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2015). *Proyecto de creación de la UNAE*. Documento no publicado.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2015). *Proyecto de la carrera de Educación Básica*. Documento no publicado.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2015). *Proyecto de la carrera de Educación Inicial*. Documento no publicado.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2015). *Proyecto de la carrera de Educación Especial*. Documento no publicado.

- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2015). *Modelo Educativo*. Universidad Nacional de Educación.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2018). *Modelo de prácticas preprofesionales de la UNAE*. Universidad Nacional de Educación.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2023). *Modelo Educativo Pedagógico*. Universidad Nacional de Educación.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2023). *Sílabo de la asignatura Neurociencia Educativa: cerebro, cognición y aprendizaje*. Educación Inicial. Educación Nacional de Educación.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2023). *Sílabo de la asignatura Neurociencia Educativa y Aprendizaje Humano*. Educación Básica. Educación Nacional de Educación.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2023). *Sílabo de la asignatura Aprendizaje humano y mente consciente (emociones, memoria, razonamiento y lenguaje)*. Educación Básica. Educación Nacional de Educación.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2023). *Sílabo de la asignatura Neurociencia y aprendizaje humano*. Educación Especial. Educación Nacional de Educación.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). (2024). *Reglamento de Evaluación de los aprendizajes de la Universidad Nacional de Educación* (2024). Documento no publicado.

- Vallejos Aranda, L.M. y Vallejos Aranda, L.A. (2024). Neuromitos en educación: entre invisibilidad y violencias (culturales, simbólicas y estructurales). *Revista de Cultura de paz*, 8. <https://doi.org/10.58508/cultpaz.v8.219>
- Vargas Vargas, R.A. (2018). Neurociencias y educación: brechas, desafíos y perspectivas. *PAPELES*, 10(20), 39-52. <https://doi.org/10.54104/papeles.v10n20.533>
- Vicente, T. (2017). Tres elementos fundamentales en la formación de docentes de ciencias. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología-Tecné, Episteme y Didaxis (TED)* 41, 183-196.
- Vilches, A. & Gil, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*, 22, 67-85.
- Wells, G., & Mejía Arauz, R. (2005). Hacia el diálogo en el salón de clases: Enseñanza y aprendizaje por medio de la indagación. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación*, (26), 1–19.
- Willingham, D. T. (2011). *¿Por qué no aprendemos? Cómo la ciencia cognitiva puede ayudar a los profesores a enseñar mejor*. Ediciones Pirámide.
- Zambrano Velez, L.Y., Gaona Maza, E.J., Vilaña Chungandro, J.W., Lozano López, G.G. & Medina Maza, N.J. (2025). Estrategias de Enseñanza Basadas en la Neuroeducación para Mejorar la Atención en el Aula. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 5(1), 2860-2877. <https://doi.org/10.61384/r.c.a..v5i1.1024>

Zeichner, K. M. (1993). *Connecting genuine teacher development to the struggle for social justice*. *Journal of Education for Teaching*, 19(1), 5–20. <https://doi.org/10.1080/0260747930190102>

ANEXOS

Anexo 1: Pruebas estadísticas

Tabla A1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el grupo experimental

		SUMA_PRE	SUMA_POST
N		111	111
Parámetros normales ^{a,b}	Media	4,08	9,41
	Desv. Desviación	3,626	4,911
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,176	,103
	Positivo	,176	,103
	Negativo	-,130	-,068
Estadístico de prueba		,176	,103
Sig. asintótica(bilateral)		,000 ^c	,006 ^c

Tabla A2

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el grupo control

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		SUMA POST CONTROL
N		54
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3,70
	Desv. Desviación	2,062
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,143
	Positivo	,097
	Negativo	-,143
Estadístico de prueba		,143
Sig. asintótica(bilateral)		,008 ^c

Tabla A3

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para el grupo experimental

Rangos		N	Rango promedio	Suma de rangos
SUMA_POST - SUMA_PRE	Rangos negativos	3 ^a	27,50	82,50
	Rangos positivos	106 ^b	55,78	5912,50
	Empates	2 ^c		
	Total	111		

Estadísticos de prueba^a

	SUMA_POST - SUMA_PRE
Z	-8,823 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Tabla A4

Prueba U de Mann-Whitney para comparar grupo experimental post y control post

Prueba de Mann-Whitney

Rangos		N	Rango promedio	Suma de rangos
SUMA POST C_E	1	111	101,77	11296,50
	2	54	44,42	2398,50
	Total	165		

Estadísticos de prueba^a

	SUMA POST C_E
U de Mann-Whitney	913,500
W de Wilcoxon	2398,500
Z	-7,256
Sig. asintótica(bilateral)	,000