



Universidad de Jaén

Escuela de Doctorado

# APRENDIZAJE DE LA ORTOGRAFÍA CONVENCIONAL DEL ESPAÑOL COMO LENGUA NO MATERNA E IMPLICACIONES NEURODIDÁCTICAS.

Autor: Purificación Bohari Lasaquero

Director de la tesis: Dr. Antonio Hernández Fernández, y Dr. Antonio J. Manso Luengo  
Departamento: Pedagogía

Fecha: 01/04/2024

ISBN:  
Licencia CC

RUJJA



**Universidad de Jaén**

Escuela de Doctorado

**TESIS DOCTORAL**

**APRENDIZAJE DE LA ORTOGRAFÍA  
CONVENCIONAL DEL ESPAÑOL COMO LENGUA  
NO MATERNA E IMPLICACIONES  
NEURODIDÁCTICAS.**

**PRESENTADA POR:  
PURIFICACIÓN BOHARI LASAQUERO**

**DIRIGIDA POR:  
Dr. ANTONIO HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ  
Dr. ANTONIO JAVIER MANSO LUENGO**

**JAÉN, Marzo, 2024**



**“UNIVERSIDAD DE JAÉN”**  
**“FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN”**  
**“DEPARTAMENTO DE PEDAGOGÍA”**

Dr. Antonio Hernández Fernández (Departamento Pedagogía, Universidad de Jaén)  
y Dr. Antonio Javier Manso Luengo (Departamento de Psicología, UNED, Madrid)

En calidad de directores de la Tesis Doctoral presentada por D<sup>a</sup> Purificación Bohari Lasaquero, titulada *Aprendizaje de la ortografía convencional del español como lengua no materna e implicaciones neurodidácticas*.

*HACEN CONSTAR:*

*Que el trabajo realizado reúne los requisitos científicos, metodológicos y formales que son precisos para su lectura y defensa pública ante el Tribunal que debe juzgarla, por lo que se considera procedente autorizar su presentación.*

*Para que surta efecto donde proceda, firman el presente documento en Jaén a 01 de abril de 2024.*

*Fdo. Dr. Antonio Hernández Fernández.*

*Dr. Antonio Javier Manso Luengo*





---

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

### PRIMERA PARTE. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

<b>CAPÍTULO 1.-NEUROCIENCIA, NEUROEDUCACIÓN, NEURODIDÁCTICA</b>	<b>1</b>
1.1.- Definición y conceptos clave de la neurociencia	3
1.2.- Relación entre neurociencia y educación	22
1.3.- Aplicaciones de la neurociencia en el ámbito educativo	24
1.4.-Fundamentos de la neurodidáctica	26
<b>CAPÍTULO 2.-NEUROPARÁMETROS ORTOGRÁFICOS</b>	<b>33</b>
2.1.-Neuroparámetros ortográficos	35
2.2.-Relación de la neurociencia con el aprendizaje ortográfico	38
2.3.-Investigaciones relevantes sobre los neuroparámetros ortográficos	40
<b>CAPÍTULO 3.-FUNDAMENTOS NEURODIDÁCTICOS</b>	<b>43</b>
3.1.-Principios y enfoques de la neurodidáctica en el proceso de aprendizaje	45
3.2.-Estrategias y técnicas pedagógicas basadas en la neurociencia	49
3.3.-Los fundamentos neurodidácticos y el desarrollo de habilidades lingüísticas	58

<b>CAPÍTULO 4.-COMPETENCIA LINGÜÍSTICA</b>	<b>63</b>
4.1.-Definición y componentes clave de la competencia lingüística	65
4.2.-Desarrollo de la competencia lingüística en diferentes etapas educativas	73
4.3.-Factores que influyen en la competencia lingüística	78
<b>CAPÍTULO 5.-APRENDIZAJE DE LA ORTOGRAFÍA</b>	<b>83</b>
5.1.-Importancia del aprendizaje de la ortografía en el desarrollo de habilidades lingüísticas	85
5.2.-Factores cognitivos y neurobiológicos involucrados en el aprendizaje de la ortografía	88
5.3.-Estrategias pedagógicas efectivas para enseñar ortografía	92
5.4.-Evaluación y retroalimentación en el aprendizaje de la ortografía	95
<b>SEGUNDA PARTE: MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>105</b>
<b>CAPÍTULO 6.-DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>107</b>
6.1.-Contexto	
6.2.-Introducción al problema	111
6.3.-Objetivos	113
6.4.-Hipótesis	117
6.5.-Paradigma y metodología adoptados	119

---

<b>CAPÍTULO 7.-PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN.</b>	127
7.1.-Población y muestra.	128
7.2.-Instrumento de recogida de datos cuantitativo.	131
7.2.1.-Escala.	131
7.2.2.-Elaboración de la escala.	131
7.2.3.-Requisitos del instrumento de recogida de información.	135
7.2.3.1.-Validez.	135
7.2.3.1.1.-Validez de contenido.	136
7.2.3.1.2.-Validez de constructo.	137
7.2.3.2.-Fiabilidad.	148
<b>CAPÍTULO 8.-ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LAS DIMENSIONES DE ESCALA LIKERT</b>	151
8.1.-Dimensión A (Neuroparámetros ortográficos)	152
8.2.-Dimensión B (Fundamentos neurodidácticos)	157
8.3.-Dimensión C (Competencia lingüística)	162
8.4.-Dimensión D (Aprendizaje de la ortografía).	167
<b>CAPÍTULO 9.-ESTUDIO DE CORRELACIÓN DE LOS ÍTEMS DE LA ESCALA LIKERT</b>	
9.1.-Requisitos para realizar el análisis de correlación (prueba de normalidad)	174
9.2.-Análisis de correlación de las dimensiones del cuestionario	178



## **CAPÍTULO 10.-CUASI-EXPERIMENTO**

10.1.-Introducción	182
10.2.-Cuasi-experimento	183
10.3.-Sujetos, instrumentos y material	184
10.4.-Procedimiento y diseño	187
10.5.-Resultados	188

### **TERCERA PARTE: ANÁLISIS DE LOS DATOS**

<b>CAPÍTULO 11.-ANÁLISIS DE LOS DATOS</b>	201
11.1.-Análisis factorial exploratorio	203
11.2.-Análisis descriptivo	204
11.3.-Análisis correlacional	208
11.4.-Análisis de datos del cuasi-experimento	210
11.5.-Conclusiones finales	213

### **CUARTA PARTE: CONCLUSIÓN.**

<b>CAPÍTULO 12.-CONCLUSIONES.</b>	
12.1.-Según los objetivos específicos.	214
12.2.-Según el objetivo general.	224
12.3.-Según las hipótesis de investigación.	226
12.4.-Según el problema de investigación.	228
12.5.-Conclusiones finales.	229

<b>CAPÍTULO 12.-LIMITACIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO.</b>	231
--	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	235
----------------------	-----



---



---

**LISTA DE TABLAS.**

Tabla 1.-Estrategias neurodidácticas	57
Tabla 2.-Fundamentos neurodidácticos y aplicaciones para habilidades lingüísticas	61
Tabla 3.-Componentes y descripción de la competencia lingüística	71
Tabla 4.-Factores internos y externos	80
Tabla 5.-Factores cognitivos y neurobiológicos en el aprendizaje de la ortografía	91
Tabla 6.- Elementos del diseño de investigación	124
Tabla 7.-Caracterización de la muestra (alumnos/as)	130
Tabla 8.-Tabla de operacionalización	132
Tabla 9.-Prueba de KMO y Bartlett	139
Tabla 10.-Comunalidades	140
Tabla 11.-Varianza total explicada	142
Tabla 12.-Matriz de componente	144
Tabla 13.-Ítems por factores	145
Tabla 14.-Prueba de Kolmogorov-Smirnov	174
Tabla 15.-Correlacion rho de Spearman entre dimensiones	178
Tabla 16.-Número y porcentaje de errores	188
Tabla 17.-Prueba de efectos inter-sujetos de las variables	189
Tabla 18.-Grupos étnicos. Comparación de medias por parejas	191
Tabla 19.-Curso: Comparación de medias	192
Tabla 20.-Logitud estimular: comparación de medias	193
Tabla 21.-Pruebas de efectos intra-sujetos	195
Tabla 22.-Medias en la interacción tipo de error*etnia	196



---

## LISTA DE GRÁFICOS.

Gráfico 1.-Gráfico de sedimentación.	143
Gráfico 2.-A1.	152
Gráfico 3.-A2.	153
Gráfico 4.-A3.	154
Gráfico 5.-A4.	155
Gráfico 6.-A5.	156
Gráfico 7.-B6.	157
Gráfico 8.-B7.	158
Gráfico 9.-B8.	159
Gráfico 10.-B9.	160
Gráfico 11.-B10.	161
Gráfico 12.-C11.	162
Gráfico 13.-C12.	163
Gráfico 14.-C13.	164
Gráfico 15.-C14.	165
Gráfico 16.-C15.	166
Gráfico 17.-D16.	167
Gráfico 18.-D17.	168
Gráfico 19.-D18.	169
Gráfico 20.-D19.	170
Gráfico 21.-D20	171
Gráfico 22.-Media de errores por cada una de los grupos étnicos	191
Gráfico 23.-Media de errores por categoría explorada	194

---

Gráfico 24.-Medias de errores en la interacción etnia*categoría de error	196
Gráfico 25.-Medias de errores en la interacción curso*categoría de error	197
Gráfico 26.-Medias de errores en la interacción curso*longitud estimular	199

## **Agradecimientos**

Es para mi un gran honor y motivo de satisfacción, haber conseguido realizar esta tesis que abre las puertas a una línea de investigación de gran importancia, para dar respuesta a interrogaciones de profesores de mi país, Guinea Ecuatorial.

-Agradezco de corazón a la Universidad de Jaén, por admitirme en su programa.

-A los director de mi tesis:

Dr. Antonio Hernández Fernández

Dr. Antonio Javier Manso Luengo

-De forma especial al Dr. Antonio Medina por su paciencia y tolerancia.

Esta obra extensa y laboriosa se la dedico a mi querido padre Don Gabriel Hohari Moñay maestro y catequista, quien me ha orientado en toda mi infantil y me hizo descubrir mi talento.

Vaya también mis agradecimientos a todos los que de forma directa o indirecta hayan contribuido para llegar al término de este trabajo.

---





## INTRODUCCIÓN

La tesis se titula "Aprendizaje de la ortografía convencional del español como lengua no materna e implicaciones neurodidácticas". Está presentada por Purificación Bohari Lasaquero, y dirigida por el Dr. Antonio Hernández Fernández y por el Dr. Antonio Javier Manso Luengo.

La tesis consta de doce capítulos distribuidos en cuatro grandes partes: marco teórico, marco metodológico, análisis de datos y conclusiones. Además, cuenta con un índice, los agradecimientos, la justificación y la introducción.

La primera parte comprende cinco capítulos (1-5) que abordan los fundamentos teóricos sobre neurociencia, neuroeducación, bases neurales de la ortografía, principios neurodidácticos, desarrollo de la competencia lingüística y factores involucrados en el aprendizaje ortográfico.

La segunda parte detalla en cuatro capítulos (6-10) el diseño metodológico, las técnicas de recolección de información cuantitativa y el cuasiexperimento realizado. La tercera parte presenta en un solo capítulo (11) los resultados del análisis cuantitativo, incluyendo estadística descriptiva, correlacional y del pre/postest experimental.

Por último, la cuarta parte refleja, en un único capítulo (12), el planteamiento de conclusiones según objetivos e hipótesis, así como las de limitaciones y la prospectiva para estudios futuros.

La introducción plantea la importancia de la ortografía para la competencia comunicativa, y la problemática observada en escolares ecuatoguineanos sobre vacíos en este dominio para quienes el español es su segunda lengua. Se subraya la necesidad de profundizar, desde una perspectiva neuroeducativa novedosa en la región, en los factores implicados en la consolidación efectiva de este aprendizaje lingüístico.

El objetivo general es analizar elementos neurodidácticos involucrados en el aprendizaje ortográfico del español como segunda lengua. Los específicos se enfocan en identificar correlatos neurales relevantes, vincular factores neurodidácticos con competencia ortográfica, determinar efectos pedagógicos de estrategias neuroeducativas, explorar diferencias sociodemográficas y comprobar experimentalmente la influencia de la memoria visual.

Esta tesis emplea métodos mixtos, con la aplicación de una escala Likert a docentes sobre estrategias neurodidácticas, un pre-postest de ortografía a estudiantes bajo condición neuroeducativa, análisis correlacional, más grupos focales y entrevistas para captar el impacto cualitativo de incorporar principios neurodidácticos.

Por último, esta tesis concluye sobre la importancia de considerar elementos neuroeducativos para mejorar la enseñanza de convenciones ortográficas del español en contextos pluriculturales y plurilingües como Guinea Ecuatorial, dadas las particularidades subyacentes. Asimismo, plantea directrices sobre capacitación docente e intervención pedagógica, y la necesidad de más investigación contextualizada sobre modelos psicopedagógicos situados para la educación

---

multilingüe.

ç

---

## **Justificación**

La importancia de dominar las reglas ortográficas de una lengua resulta incuestionable para alcanzar una competencia comunicativa integral, especialmente en la expresión escrita. Constituye una convención de codificación arbitraria pero necesaria para transmitir ideas de forma clara, unívoca y estandarizada.

La investigación psicolingüística y neurológica ha demostrado que la escritura es una competencia compleja que requiere integrar adecuadamente diversas habilidades cognitivas (memoria operativa, percepción visual, praxias motoras finas) y la actividad sincronizada de múltiples áreas cerebrales distribuidas en regiones frontales, temporales y parietales (Farias et al., 2019; Purcell et al., 2019; Barth et al., 2020).

Dominar las arbitrarias convenciones que determinan la codificación normativa de una lengua dada constituye así un desafío neuronal aún mayor, debido a la necesidad de mapear y automatizar reglas contextuales de conversión grafema-fonema, muchas veces carentes de lógica fonológica evidente. Ello requiere además la consolidación de representaciones ortográficas en la memoria a largo plazo (González & Cuetos, 2017).

Aun considerando su nivel de transparencia relativa, diversos estudios han constatado las dificultades experimentadas por escolares hispanohablantes para apropiarse de manera fluida de los patrones normativos del español. Esta problemática cognitiva y pedagógica parece acentuarse en niños que adquieren el idioma como segunda lengua, caso muy frecuente en países multiculturales y

---

plurilingües (Farias et al., 2019; Davis 2022).

En contextos como Guinea Ecuatorial se ha observado vacíos importantes en el dominio de la acentuación, uso de grafemas o aplicación de reglas básicas en textos de alumnos ecuatoguineanos (Miche et al., 2019; Asonga & Bello, 2020). Ello apunta a la necesidad de trascender el mero inventario de errores comunes e indagar más profundamente en los factores subyacentes, incluyendo elementos neurocognitivos, que dificultan la apropiación fluida de este exigente aprendizaje en poblaciones infantiles con características lingüísticas, socioculturales y educativas particulares.

Específicamente, en el complejo contexto plurilingüe y pluricultural de Guinea Ecuatorial, diversos estudios ecdóticos recientes han evidenciado problemas significativos en el dominio de convenciones ortográficas elementales del español por parte de escolares ecuatoguineanos (Miche et al., 2019; Asonga & Bello, 2020).

Se han detectado vacíos que afectan incluso reglas básicas como acentuación de palabras agudas, uso distintivo de grafemas “b”/“v”, “g”/“j” según contexto vocálico, empleo de mayúsculas, tildación gráfica de hiatos o aplicación de normas de puntuación en textos de alumnos de primaria y secundaria.

Estas problemáticas se presentan a pesar de que el idioma español constituye el medio de instrucción escolar y comunicación intergrupal de facto en el país africano. No obstante, para la gran mayoría de dicha población estudiantil su lengua materna corresponde a variantes lingüísticas nativas como el fang, el bubí, el ndowe, etc.

Por consiguiente, el escenario sociocomunicativo de adquisición y uso cotidiano del español en Guinea Ecuatorial difiere sustancialmente del contexto de un hispanohablante nativo, así como de las condiciones de enseñanza de lenguas extranjeras en otros países.

Ello pone de relieve la necesidad de descifrar los factores subyacentes, incluyendo elementos neurocognitivos, que obstaculizan una apropiación fluida de los patrones normativos de la escritura por parte de dicha población escolar con particularidades culturales y lingüísticas propias.

Ante este panorama, se requieren análisis integrales que trasciendan la mera descripción de errores comunes, para desentrañar los factores subyacentes que dificultan una apropiación fluida de los patrones de escritura normativa en población infantil con características lingüísticas y socioculturales particulares.

Un abordaje poco explorado aún es la incorporación de perspectivas neuroeducativas que permitan comprender las bases cognitivas y neurales en las que se fundamenta el éxito o fracaso para dominar convenciones de un código escrito dado.

Ahí radica precisamente el aporte original de la presente investigación. Pocos estudios en contextos pluriculturales han adoptado este enfoque interdisciplinar que entrelaza ciencias básicas como la neurociencia y ramas aplicadas como la didáctica. Además, los antecedentes específicos sobre aprendizaje de segundas lenguas en zonas de África Subsahariana y, concretamente, en Guinea Ecuatorial son aún más escasos.

Por consiguiente, determinar posibles elementos neurodidácticos subyacentes en el proceso de adquisición ortográfica de escolares ecuatoguineanos se considera un objetivo trascendental. Su logro, de confirmarse la hipótesis sobre dicha vinculación, sentaría bases para el diseño de intervenciones educativas, materiales y modelos de formación docente mejor ajustados a esta población estudiantil particular.

Con todo, la presente investigación se justifica ampliamente por su potencial para expandir la comprensión teórica y aplicada en torno a este fenómeno complejo sobre el que aún resta mucho por comprender.

---

## **CAPÍTULO 1.-NEUROCIENCIA, NEUROEDUCACIÓN, NEURODIDÁCTICA**

**1.1.-Definición y conceptos clave de la neurociencia**

**1.2.-Relación entre neurociencia y  
educación**

**1.3.-Aplicaciones de la neurociencia en el ámbito educativo**

**1.4.-Fundamentos de la neurodidáctica**



## **Introducción**

El estudio del cerebro y su relación con los procesos de enseñanza-aprendizaje es un campo de creciente interés e investigación en la actualidad. La neurociencia ha realizado grandes avances en las últimas décadas en la comprensión del funcionamiento cerebral, aportando valiosa información sobre la cognición y el aprendizaje humano. Cada vez más, estos conocimientos están siendo aplicados en el contexto educativo, dando origen a nuevas disciplinas como la neuroeducación y la neurodidáctica.

En este capítulo se presentan algunos conceptos centrales de la neurociencia, se analiza la relación entre este campo y la educación, y se exponen brevemente los principios y aplicaciones de la neuroeducación y neurodidáctica. El objetivo es sentar las bases teóricas sobre el vínculo entre cerebro, aprendizaje y enseñanza, que permitirán comprender el abordaje neurodidáctico propuesto en esta tesis doctoral para la enseñanza de la ortografía a estudiantes de una lengua extranjera. Se espera, al finalizar este capítulo, contar con los conocimientos necesarios para enmarcar adecuadamente la presente investigación en el campo emergente de la neurodidáctica y sus implicaciones para la práctica docente.

## **1.1.-Definición y conceptos clave de la neurociencia**

En este epígrafe vamos a mostrar las definiciones más relevantes de neurociencia, neuroeducación y neurodidáctica, y de igual forma, se revisarán las claves de la neurociencia.

### **Definición de neurociencia**

La neurociencia es una disciplina científica que se dedica al estudio del sistema nervioso, especialmente el cerebro. A través de una combinación de métodos y técnicas, la neurociencia busca comprender la estructura, la función y el desarrollo del sistema nervioso, así como los procesos cognitivos y emocionales que están relacionados con él.

El cerebro humano es uno de los órganos más complejos y fascinantes del cuerpo, y su estudio ha sido objeto de curiosidad e investigación durante siglos. La neurociencia ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, gracias a los avances en tecnología y técnicas de investigación que permiten explorar el funcionamiento del cerebro con mayor precisión y detalle.

El objetivo fundamental de la neurociencia es desentrañar los misterios del cerebro, entender cómo se forman las conexiones neuronales, cómo se procesa la información, cómo se generan las emociones y cómo se controlan los movimientos, entre otros aspectos. Para lograrlo, los neurocientíficos utilizan una amplia gama de métodos, como la neuroimagenología, la neurofisiología y la genética, para obtener información sobre la actividad y la estructura del cerebro.

El conocimiento generado por la neurociencia tiene importantes implicaciones en diversos campos, incluyendo la medicina, la psicología, la educación y la neurología. En la educación, por ejemplo, la neurociencia puede ayudar a comprender cómo los estudiantes aprenden, qué factores influyen en la motivación y la atención, y cómo se pueden desarrollar estrategias de enseñanza más efectivas y adaptadas a las necesidades individuales.

A continuación, se presentan algunos autores relevantes en el desarrollo de la neurociencia:

Santiago Ramón y Cajal (1852-1934): Considerado el padre de la neurociencia moderna, Ramón y Cajal realizó investigaciones pioneras en la histología del sistema nervioso. Su trabajo fundamental, "Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés" (1894), sentó las bases de la teoría de la neurona y demostró que el sistema nervioso está compuesto por células individuales llamadas neuronas.

Charles Sherrington (1857-1952): Sherrington recibió el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1932 por sus investigaciones sobre la función integradora del sistema nervioso. Su obra clave, "The integrative action of the nervous system" (1906), introdujo el concepto de sinapsis y describió cómo las neuronas se comunican entre sí.

Alexander Luria (1902-1977): Luria fue un neuropsicólogo ruso cuyo trabajo se centró en el estudio de las funciones cerebrales superiores en los seres humanos. Su obra influyente, "Higher cortical functions in man" (1966), exploró la relación entre la actividad mental y la organización del cerebro, destacando la importancia de la neuropsicología en

la comprensión de los trastornos neurológicos y las funciones cognitivas.

Eric Kandel, James Schwartz y Thomas Jessell: estos autores colaboraron en el libro "Principles of neural science" (2000), una obra de referencia ampliamente utilizada en el campo de la neurociencia. El libro aborda los principios fundamentales de la neurociencia, desde la biología celular y la fisiología hasta la neurociencia cognitiva, y destaca la importancia de la plasticidad sináptica en el aprendizaje y la memoria.

David Purves y colaboradores: El libro "Neuroscience" (2012) es una obra colectiva que presenta una visión integral y actualizada de los avances en el campo de la neurociencia. Escrito por un grupo de expertos, abarca una amplia gama de temas, incluyendo la neurobiología molecular, el desarrollo del sistema nervioso, los mecanismos de la percepción y el comportamiento, y la neurociencia clínica.

Damasio (1994) es un neurocientífico y neurólogo conocido por sus investigaciones sobre las bases neurales de las emociones y la toma de decisiones. Sus libros, como "El error de Descartes" (1994) y "En busca de Spinoza" (2003), exploran la relación entre el cerebro, la mente y la experiencia emocional.

Ramachandran es un neurólogo y neurocientífico reconocido por su trabajo en el campo de la percepción y los trastornos neurológicos. Sus investigaciones sobre la percepción del dolor y la plasticidad cerebral han sido influyentes. Su libro "Phantoms in the Brain" (1998) ofrece una perspectiva fascinante sobre el funcionamiento del cerebro y los trastornos neurológicos asociados.

Singer es un destacado neurocientífico y ha contribuido al estudio de las redes neuronales y la coordinación neuronal en el cerebro. Sus investigaciones se centran en la percepción, la atención y la conciencia. Su libro "Aprender" (2000) ofrece una visión amplia de la neurociencia cognitiva y los procesos de aprendizaje.

Phelps (2006) es una psicóloga y neurocientífica especializada en la emoción y la memoria. Sus investigaciones han explorado los mecanismos cerebrales subyacentes al miedo y la formación de recuerdos emocionales. Su trabajo ha ayudado a comprender cómo los recuerdos emocionales influyen en la toma de decisiones y el comportamiento humano.

Raichle (2001) es un neurocientífico reconocido por su investigación en el campo de la neuroimagen, en particular, la resonancia magnética funcional (fMRI). Sus contribuciones incluyen el descubrimiento de la red neuronal por defecto, que está activa en el cerebro en reposo y desempeña un papel fundamental en la cognición y el procesamiento de la información.

En el ámbito hispano, se destacan:

Yuste (2005): Es un neurocientífico español conocido por su trabajo en el campo de la neurotecnología y la conectividad cerebral. Ha realizado contribuciones significativas en el estudio de la actividad neuronal y la comprensión de los circuitos cerebrales.

Sánchez-Vives y colaboradores (2000): Es una neurocientífica española especializada en neurofisiología y plasticidad cerebral. Sus investigaciones se centran en comprender

cómo se generan y modifican las conexiones sinápticas en el cerebro.

Pascual-Leone (2000): Es un neurólogo y neurocientífico español reconocido por su trabajo en el campo de la estimulación magnética transcraneal (EMT) y su aplicación en el estudio y tratamiento de diversas condiciones neurológicas y psiquiátricas.

Damasio (1994): Aunque nacido en Portugal, Antonio Damasio es considerado uno de los principales neurocientíficos contemporáneos y ha desarrollado gran parte de su carrera en España y Estados Unidos. Sus investigaciones se centran en el estudio de las bases neuronales de las emociones y la toma de decisiones.

Morgado (2011): Es un neurocientífico y psicólogo español que ha realizado investigaciones en áreas como la memoria, el aprendizaje, la conciencia y la toma de decisiones. Sus estudios se centran en comprender los mecanismos cerebrales que subyacen a estas funciones cognitivas.

### **Definición de neuroeducación**

La neuroeducación se basa en la premisa de que el cerebro es el órgano central en el proceso de aprendizaje, y que conocer sus mecanismos y principios puede ayudar a los educadores a optimizar los entornos de aprendizaje y a potenciar el desarrollo cognitivo, emocional y social de los estudiantes.

Este campo de estudio aborda diversas áreas de investigación, como el aprendizaje y la memoria, la atención, la motivación, las emociones y el desarrollo del cerebro durante la

infancia y la adolescencia. Al aplicar los hallazgos neurocientíficos en la educación, la neuroeducación busca proporcionar estrategias pedagógicas basadas en la evidencia, promoviendo así un aprendizaje más efectivo y duradero.

La neuroeducación no se limita únicamente a los educadores, sino que también involucra a los investigadores en neurociencia, psicología y ciencias cognitivas, así como a otros profesionales en el campo de la educación. La colaboración entre estos diferentes campos permite la creación de enfoques innovadores y basados en la ciencia, que pueden tener un impacto significativo en la mejora de los resultados educativos.

Algunas áreas de aplicación de la neuroeducación incluyen la identificación de estrategias de enseñanza más eficientes, la adaptación de los métodos de evaluación, la promoción de entornos de aprendizaje inclusivos y la comprensión de cómo las emociones afectan el proceso de aprendizaje. La neuroeducación busca, en definitiva, proporcionar una base científica sólida para la toma de decisiones educativas y promover prácticas pedagógicas informadas y efectivas.

Se destacan a continuación los autores más relevantes que han tratado el tema de la neuroeducación.

Jensen (2008) es reconocido por su trabajo en el campo del aprendizaje basado en el cerebro. En su libro, explora cómo el conocimiento de la neurociencia puede informar y mejorar las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Proporciona ejemplos prácticos y estrategias pedagógicas basadas en la investigación neurocientífica.

Sousa (2011) aborda el proceso de aprendizaje desde una perspectiva neurocientífica. Su libro se centra en cómo el cerebro adquiere, procesa y retiene información. Ofrece estrategias para optimizar el aprendizaje y presenta investigaciones sobre la memoria, la atención y la motivación en el contexto educativo.

Willis (2011) examina cómo la neurociencia puede informar la práctica educativa. Destaca estrategias basadas en la investigación que pueden aumentar la participación de los estudiantes y mejorar su retención de información. Su enfoque se centra en la creación de un ambiente de aprendizaje estimulante y en el diseño de actividades que aprovechen el funcionamiento del cerebro.

Tokuhama-Espinosa (2011) ofrece una guía completa sobre la integración de la neurociencia en la educación. Explora cómo la mente y el cerebro influyen en los procesos de aprendizaje y brinda estrategias prácticas para mejorar la enseñanza. Su enfoque abarca desde el desarrollo cerebral hasta la aplicación de la neurociencia en el aula.

Hinton, C., Fischer, K. W., & Glennon, C. (2012), presentan una visión integral de la relación entre la psicología y la educación, incluyendo la neuroeducación. Examina cómo los hallazgos de la neurociencia pueden aplicarse en el contexto educativo y cómo pueden mejorar la práctica pedagógica.

Goswami (2013) explora la aplicación de los hallazgos neurocientíficos en la educación. Examina cómo la neurociencia puede informar la práctica docente, desde la adquisición de la lectura y las matemáticas hasta la promoción de habilidades cognitivas y



emocionales en el aula.

Howard-Jones (2014) examina la relación entre la neurociencia y la educación. Destaca la importancia de una colaboración sólida entre ambos campos para desarrollar soluciones basadas en evidencias a los desafíos educativos. También discute las limitaciones y los malentendidos comunes relacionados con la aplicación de la neurociencia en la educación.

Mrazek, M. D., Franklin, M. S., Phillips, D. T., Baird, B., & Schooler, J. W. (2013) investigan los efectos de la práctica de la atención plena (mindfulness) en la capacidad de memoria de trabajo y el rendimiento académico. Sus hallazgos sugieren que la práctica de la atención plena puede mejorar la capacidad de la memoria de trabajo y reducir la divagación mental, lo que puede tener implicaciones significativas en el ámbito educativo.

Della Sala, S., & Anderson (2013) examinan críticamente la relación entre la neurociencia y la educación. Los autores destacan las contribuciones valiosas de la neurociencia en la mejora de la educación, pero también advierten sobre la necesidad de un enfoque crítico y cauteloso para evitar la mala interpretación y la aplicación incorrecta de los hallazgos neurocientíficos en el ámbito educativo.

A continuación, se muestran los autores de habla hispana más relevantes en la materia, los cuales han abordado la neuroeducación desde diferentes perspectivas y ofrecen valiosos enfoques y aportes en la aplicación de la neurociencia en la educación.

Dehaene (2010) explora la relación entre el cerebro y las habilidades matemáticas. Examina cómo el cerebro procesa los números y cómo estos procesos cognitivos pueden influir en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Su enfoque se basa en investigaciones neurocientíficas y ofrece una perspectiva única sobre el aprendizaje de las matemáticas.

Roca González (2011) examina los "neuromitos", que son afirmaciones basadas en la neurociencia pero que no están respaldadas por evidencia científica sólida. En su libro, explora cómo la difusión de neuromitos puede afectar negativamente la práctica educativa y ofrece recomendaciones para utilizar la neurociencia de manera más rigurosa y crítica en el ámbito educativo.

Brualla González, R., & Caro Martínez (2014) se centran en la aplicación de los conocimientos neurocientíficos en el aula. Los autores presentan estrategias pedagógicas basadas en la neurociencia y ofrecen consejos prácticos para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. También abordan aspectos relacionados con la motivación, la atención y la memoria en el contexto educativo.

Castejón Costa (2015) examina la relación entre la emoción y el aprendizaje en el contexto de la neuroeducación. Explora cómo las emociones pueden influir en el proceso de aprendizaje y cómo los docentes pueden fomentar un ambiente emocionalmente positivo para facilitar el aprendizaje significativo.

Tirapu-Ustárrroz, J., Muñoz-Céspedes, J. M., & Pelegrín-Valero (2015) abordan la aplicación de la neuropsicología en el ámbito educativo. Los autores exploran cómo los conocimientos sobre el funcionamiento cerebral pueden ser utilizados para evaluar y

diseñar intervenciones educativas efectivas. Ofrecen una visión integral de la neuropsicología en relación con la educación, incluyendo aspectos como la evaluación de las habilidades cognitivas y las dificultades de aprendizaje.

Estos autores y sus obras han contribuido significativamente a la comprensión y aplicación de la neuroeducación. Sus enfoques y hallazgos respaldan la importancia de integrar la neurociencia en la práctica educativa, proporcionando estrategias basadas en evidencia para mejorar el aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes.

### **Neurodidáctica.**

La neurodidáctica es un campo de estudio que se sitúa en la intersección entre la neurociencia y la educación. Surge de la idea de que comprender cómo funciona el cerebro puede tener un impacto significativo en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esta disciplina se fundamenta en la premisa de que conocer los mecanismos cerebrales puede proporcionar estrategias y enfoques más efectivos para la educación.

La neurodidáctica busca integrar los avances científicos en neurociencia con las prácticas educativas, con el fin de optimizar los resultados de aprendizaje y mejorar la experiencia educativa en general. Su objetivo principal es utilizar la comprensión del funcionamiento del cerebro para diseñar enfoques pedagógicos más efectivos y adaptados a las necesidades individuales de los estudiantes.

Al explorar los procesos cognitivos, emocionales y sociales que subyacen en el

aprendizaje, la neurodidáctica busca proporcionar respuestas a preguntas fundamentales como: ¿Cómo aprende el cerebro? ¿Qué factores influyen en la motivación y la atención de los estudiantes? ¿Cómo se pueden fortalecer las conexiones neuronales para facilitar el aprendizaje?

La aplicación de los conocimientos neurocientíficos en el ámbito educativo ha demostrado tener un potencial significativo. La neurodidáctica ofrece una perspectiva más completa sobre cómo los estudiantes adquieren y retienen información, cómo se forman las habilidades y cómo se pueden superar los obstáculos de aprendizaje. Además, ayuda a los educadores a desarrollar estrategias pedagógicas más efectivas y a diseñar entornos de aprendizaje que fomenten el crecimiento y el desarrollo óptimo del cerebro.

A continuación, se realiza un repaso de los autores más destacables en la materia:

Álvarez (2003) introduce el término "neurodidáctica" y explora cómo la neurociencia puede informar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este artículo, presenta los fundamentos y las implicaciones prácticas de la neurodidáctica.

Gómez-Pinilla (2008) examina la influencia de los nutrientes en la función cerebral y su impacto en el aprendizaje y la memoria. Su artículo destaca la importancia de una alimentación adecuada para el funcionamiento óptimo del cerebro y la mejora de la neuroplasticidad.

John Medina (2008) presenta 12 principios fundamentales para aprovechar al máximo el

cerebro en el entorno laboral, doméstico y escolar. Su enfoque se basa en la neurociencia y ofrece consejos prácticos para mejorar el aprendizaje y el rendimiento cognitivo.

David Sousa (2011) proporciona una visión integral de cómo el cerebro aprende y cómo se pueden aplicar los principios neurocientíficos en el ámbito educativo. Su libro explora los procesos cognitivos, la memoria, la atención y la motivación desde una perspectiva neurodidáctica.

Judy Willis y Gary Mitchell (2014) presentan la neurociencia en el aula y su aplicación en la práctica educativa. El libro proporciona estrategias basadas en la neurociencia para mejorar la enseñanza, la motivación y el rendimiento de los estudiantes.

En "La neurona de Dios", Dehaene (2012) investiga las bases neuronales de la religión, la espiritualidad y los fenómenos relacionados. Explora cómo la actividad cerebral puede influir en las experiencias religiosas y cómo la neurociencia puede ayudarnos a comprender estos aspectos de la experiencia humana.

Mora (2012) aborda la relación entre las emociones y el aprendizaje en su libro "Neuroeducación". Destaca la importancia de la motivación, el interés y el afecto en el proceso de aprendizaje, y cómo la neurociencia puede ayudarnos a diseñar entornos educativos más efectivos.

En su obra "Neurociencia y educación", Román y Tortosa (2013) ofrecen una guía práctica que aborda la relación entre la neurociencia y la educación. Exploran cómo la

comprensión de los procesos cognitivos y emocionales puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje, y proporcionan estrategias concretas basadas en la investigación neurocientífica.

Ortiz y Amador (2014) exploran la aplicación de la neurociencia en el ámbito educativo. Su obra destaca cómo el conocimiento de los mecanismos cerebrales puede influir en la práctica pedagógica, abordando temas como la memoria, la atención, el lenguaje y la motivación.

Roca y González (2014) presentan la neurodidáctica como una disciplina que combina la neurociencia y la programación neurolingüística para mejorar el proceso de aprendizaje. Exploran cómo los principios de la neurociencia pueden ser aplicados en el diseño de estrategias educativas efectivas, especialmente en el ámbito del lenguaje y la comunicación.

### **Conceptos clave de la neurociencia.**

Los conceptos clave de la neurociencia vienen determinados por una serie de autores básicos, por lo que de forma sucinta se exponen las ideas y autores principales:

-Plasticidad cerebral: Kolb y Gibb (2011) señalan que la plasticidad cerebral es una propiedad fundamental del cerebro que le permite adaptarse y cambiar a lo largo del tiempo. Esta capacidad de cambio se debe a la capacidad de las neuronas para modificar sus conexiones sinápticas en respuesta a la experiencia y al aprendizaje. La plasticidad cerebral puede ocurrir en diferentes niveles, desde cambios moleculares y

sinápticos hasta reorganizaciones a gran escala en las áreas cerebrales.

-Sinapsis: Según Purves et al. (2018), la sinapsis es la conexión funcional entre dos neuronas que permite la transmisión de señales eléctricas y químicas. En la sinapsis, las señales eléctricas se convierten en señales químicas a través de la liberación de neurotransmisores. Estas señales químicas son recibidas por los receptores en la neurona postsináptica, lo que desencadena una respuesta en esa neurona. La sinapsis es fundamental para la comunicación entre las neuronas y juega un papel crucial en todos los aspectos del funcionamiento del sistema nervioso.

-Neurotransmisores: Kandel et al. (2013) destacan que los neurotransmisores son sustancias químicas que transmiten señales entre las neuronas. Estas moléculas son liberadas en las sinapsis y se unen a los receptores en las neuronas postsinápticas, desencadenando una respuesta en esa neurona. Los neurotransmisores desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento del sistema nervioso, ya que están involucrados en la regulación de procesos cognitivos, emocionales y fisiológicos. Diferentes neurotransmisores están asociados con funciones específicas, como la dopamina en la regulación del estado de ánimo y la serotonina en el control del sueño y el apetito.

-Plasticidad neuronal: Bear et al. (2016) explican que la plasticidad neuronal se refiere a la capacidad de las neuronas para cambiar su estructura y función en respuesta a estímulos y experiencias. Este fenómeno implica cambios en las conexiones sinápticas, la modificación de la expresión génica y la plasticidad de las propiedades eléctricas de las neuronas. La plasticidad neuronal es esencial para el aprendizaje y la memoria, ya

que permite la formación de nuevas conexiones sinápticas y la reorganización de las redes neuronales. Además, la plasticidad neuronal desempeña un papel importante en la recuperación después de lesiones cerebrales y en la adaptación a cambios en el entorno.

-Neuroimagen: Poldrack (2011) describe la neuroimagen como un conjunto de técnicas utilizadas para visualizar y mapear la estructura y función del cerebro. Estas técnicas incluyen la resonancia magnética (MRI), que proporciona imágenes detalladas de la estructura cerebral, y la tomografía por emisión de positrones (PET), que permite medir la actividad metabólica y la distribución de neurotransmisores en el cerebro. La neuroimagen ha revolucionado nuestra comprensión del cerebro al proporcionar una ventana para observar su funcionamiento en vivo, lo que ha llevado a importantes avances en el campo de la neurociencia.

-Plasticidad sináptica: Malenka y Bear (2004) explican que la plasticidad sináptica se refiere a los cambios en la fuerza y eficacia de las conexiones sinápticas entre las neuronas. Estos cambios son fundamentales para el aprendizaje y la memoria, ya que permiten la formación y el fortalecimiento de nuevas conexiones sinápticas. La plasticidad sináptica puede ocurrir a través de procesos como la potenciación a largo plazo (LTP) y la depresión a largo plazo (LTD), que son mecanismos fundamentales para el almacenamiento y la consolidación de la información en el cerebro.

-Plasticidad estructural: Woolley y Gould (2016) señalan que la plasticidad estructural se refiere a los cambios en la morfología y arquitectura de las neuronas y las conexiones sinápticas. Estos cambios ocurren a medida que se adquieren nuevos conocimientos o



habilidades, y pueden incluir el crecimiento de nuevas dendritas y espinas dendríticas, así como la formación de nuevas sinapsis. La plasticidad estructural es esencial para el proceso de aprendizaje y la adaptación del cerebro a los cambios en el entorno.

-Plasticidad funcional: Según Draganski y May (2008), la plasticidad funcional se refiere a la capacidad del cerebro para reorganizar las funciones cognitivas y sensoriales a medida que se producen cambios en el entorno o en las demandas cognitivas. Esto implica la redistribución de la actividad neuronal y la reorganización de las conexiones sinápticas para optimizar el procesamiento de la información. La plasticidad funcional permite al cerebro adaptarse y responder de manera flexible a los desafíos y cambios en el entorno, lo que contribuye a la capacidad de aprendizaje y adaptación del sistema nervioso.

-Potencial de acción: Según Hodgkin y Huxley (1952), el potencial de acción es el impulso eléctrico generado por una neurona que permite la transmisión rápida de señales a lo largo de las redes neuronales. El potencial de acción se produce cuando hay un cambio repentino en el potencial eléctrico a través de la membrana neuronal, lo que desencadena la apertura y cierre de canales iónicos y la propagación del impulso eléctrico a lo largo del axón. Este mecanismo permite la comunicación rápida y eficiente entre las neuronas y es esencial para el procesamiento de la información en el sistema nervioso.

-Plasticidad cortical: Recanzone (2009) describe la plasticidad cortical como la capacidad del córtex cerebral para cambiar su organización estructural y funcional en respuesta a la experiencia y el aprendizaje. Esto implica la reorganización de las conexiones sinápticas

y la redistribución de las áreas cerebrales dedicadas a funciones específicas. La plasticidad cortical es fundamental para la capacidad de adaptación y aprendizaje del cerebro, permitiendo que las áreas corticales se modifiquen en respuesta a nuevas experiencias y demandas cognitivas.

-Neurogénesis: Eriksson et al. (1998) señalan que la neurogénesis es el proceso de generación de nuevas neuronas en el cerebro, especialmente en regiones como el hipocampo y los bulbos olfatorios. Durante la neurogénesis, las células madre neurales se dividen y diferencian en neuronas maduras que se integran en las redes existentes. Este proceso continúa a lo largo de la vida, aunque en menor medida en la edad adulta. La neurogénesis desempeña un papel importante en el aprendizaje, la memoria y la plasticidad cerebral.

-Neurodegeneración: Hardy y Higgins (1992) definen la neurodegeneración como la pérdida progresiva de la estructura y función de las neuronas. Esta pérdida neuronal puede ser causada por una variedad de factores, incluidos los procesos de envejecimiento, lesiones cerebrales, trastornos genéticos o enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el Parkinson. La neurodegeneración conlleva la pérdida de conexiones sinápticas y puede tener consecuencias graves para el funcionamiento del sistema nervioso.

-Plasticidad sensorial: Merzenich et al. (1983) explican que la plasticidad sensorial se refiere a la capacidad del sistema nervioso para ajustar la sensibilidad y la percepción de los estímulos sensoriales a medida que se producen cambios en el entorno. Esto implica cambios en las conexiones sinápticas y en la organización de los mapas sensoriales en

el cerebro. La plasticidad sensorial permite una adaptación rápida a nuevas situaciones y experiencias sensoriales, así como la recuperación de funciones sensoriales después de lesiones o déficits.

-Circuitos neuronales: Seung (2009) describe los circuitos neuronales como las redes de neuronas interconectadas que se activan en patrones específicos para llevar a cabo funciones cognitivas y comportamentales. Estos circuitos neuronales se forman a través de las conexiones sinápticas entre las neuronas, donde la información se transmite mediante señales eléctricas y químicas. Los circuitos neuronales son fundamentales para el procesamiento de la información en el cerebro y desempeñan un papel crucial en una amplia gama de funciones, desde funciones básicas como la regulación del sueño y el control motor, hasta funciones cognitivas complejas como la memoria, el lenguaje y la toma de decisiones.

La plasticidad de los circuitos neuronales es esencial para el aprendizaje y la adaptación. Los circuitos pueden modificarse en respuesta a la experiencia y la actividad neuronal repetitiva, lo que da lugar a cambios en la fuerza de las conexiones sinápticas y en la eficiencia de la comunicación neuronal. Esta plasticidad sináptica permite que los circuitos neuronales se reorganicen y ajusten en función de las demandas cambiantes del entorno.

Los estudios en neurociencia han revelado que los circuitos neuronales son altamente especializados y se organizan de manera jerárquica. En los niveles más básicos, encontramos circuitos sensoriales que procesan la información sensorial y la transmiten a regiones superiores del cerebro, donde se integra y se lleva a cabo un procesamiento más complejo. Estos circuitos se superponen y se entrelazan, formando redes

neuronales interconectadas que trabajan en conjunto para producir respuestas y comportamientos coordinados.

Estos conceptos ayudan a comprender diferentes aspectos de la neurociencia, desde los mecanismos básicos de transmisión de señales hasta los procesos más complejos de formación y modificación de circuitos neuronales.

## **1.2.-Relación entre neurociencia y educación**

En las últimas décadas ha aumentado considerablemente el interés por comprender la relación entre el funcionamiento del cerebro y los procesos educativos. La neurociencia ha realizado importantes descubrimientos sobre la plasticidad cerebral, el desarrollo cognitivo, la consolidación de la memoria, la atención y otros procesos clave involucrados en el aprendizaje (Ansari et al., 2011; Thomas et al., 2019). Estos hallazgos están teniendo un gran impacto en el campo educativo, dando origen a disciplinas emergentes como la neuroeducación y la neurodidáctica (Jederlund & Bereczki, 2020; Rodríguez, 2017).

Uno de los aportes fundamentales de la neurociencia a la educación es revelar que el cerebro humano está continuamente reorganizándose en respuesta a la experiencia, gracias a la plasticidad neuronal (Ansari et al., 2011; Fuhrmann et al., 2015). Esto implica que la educación y las experiencias de aprendizaje moldean el cerebro de los estudiantes, pudiendo generar cambios tanto positivos como negativos dependiendo de su calidad. De allí la importancia de proporcionar ambientes educativos enriquecidos que promuevan el desarrollo cerebral óptimo (Jederlund & Bereczki, 2020; Thomas et al., 2019).

Otro descubrimiento relevante es la comprensión de los períodos sensibles del desarrollo cerebral, en los que el cerebro se encuentra particularmente receptivo a ciertos aprendizajes, como el lenguaje o las habilidades numéricas en los primeros años de vida (Thomas et al., 2019). Este conocimiento permite optimizar la enseñanza aprovechando los momentos más propicios de maduración cerebral en cada etapa del

desarrollo (Howard-Jones, 2021).

Asimismo, la identificación de las redes cerebrales y neurotransmisores involucrados en procesos como la memoria, atención, motivación y control emocional, ha permitido el diseño de estrategias educativas más efectivas para potenciar estas funciones y mejorar el aprendizaje (Jederlund & Bereczki, 2020; Thomas et al., 2019). Por ejemplo, se sabe que la memoria se consolida mejor espaciando periodos de estudio, intercalando descansos; y que la motivación se ve influenciada por neurotransmisores como la dopamina, lo cual puede optimizarse generando experiencias de aprendizaje gratificantes (Fuhrmann et al., 2015; Howard-Jones, 2021).

En síntesis, la integración entre neurociencia y educación está enfocada en utilizar el conocimiento sobre el funcionamiento cerebral para diseñar métodos, estrategias y ambientes de aprendizaje más adecuados a la manera en que el cerebro humano aprende de forma natural (Jederlund & Bereczki, 2020). Esto permite potenciar las habilidades cognitivas de los estudiantes, prevenir dificultades de aprendizaje y lograr un desarrollo integral óptimo.

### **1.3.-Aplicaciones de la neurociencia en el ámbito educativo**

Las aplicaciones educativas del conocimiento neurocientífico son diversas y están en continua expansión (Ansari et al., 2011; Howard-Jones et al., 2016; Thomas et al., 2019):

-Aprovechar los períodos sensibles del desarrollo cerebral como los 3 primeros años para la estimulación del lenguaje oral mediante interacciones verbales, lectura de cuentos, canciones, pues se ha evidenciado un pico de plasticidad neuronal para el lenguaje en esa etapa (Thomas et al., 2019; Blakemore, 2018).

-Fortalecer funciones ejecutivas como memoria de trabajo, atención selectiva y control inhibitorio con estrategias basadas en evidencia neurocientífica, como intercalar intervalos de estudio con descansos de 10-15 minutos, optimizando la consolidación de aprendizajes (Howard-Jones et al., 2016; Diamond & Ling, 2016).

-Considerar el impacto en el aprendizaje de factores como horas de sueño, actividad física y nutrición. Por ejemplo, un estudio mostró efectos negativos en la conectividad funcional de redes atencionales al privar de sueño a un grupo de adolescentes (Jederlund & Bereczki, 2020).

-Personalizar la enseñanza teniendo en cuenta diferencias individuales en el funcionamiento cognitivo y estilos de aprendizaje predominantes, detectados mediante pruebas neuropsicológicas (Ansari et al., 2011; Fuhrmann et al., 2015).

-Promover la participación activa de los estudiantes en debates, dramatizaciones,

resolución de problemas, para activar más redes neurales y propiciar aprendizajes profundos (Immordino-Yang, 2016).

-Generar ambientes educativos positivos, libres de amenazas, que activen los sistemas de recompensa cerebral y faciliten el aprendizaje, la memorización y la plasticidad neuronal (Thomas et al., 2019).

En conclusión, la integración de la neurociencia a la práctica educativa busca crear las condiciones más favorables al funcionamiento cerebral durante los procesos de enseñanza-aprendizaje.



#### **1.4.-Fundamentos de la neurodidáctica**

La neurodidáctica es un campo emergente que busca aplicar los conocimientos sobre cerebro y aprendizaje provenientes de la neurociencia para mejorar la práctica docente y los procesos educativos (Rodríguez, 2017; Roediger, 2022). Se fundamenta en varios principios clave:

-Considerar las emociones y la motivación como factores centrales que facilitan el aprendizaje, debido a su impacto en la consolidación de la memoria y la plasticidad cerebral (Immordino-Yang, 2016; Valle et al., 2022). La investigación neurocientífica ha demostrado la estrecha relación entre emociones, motivación y aprendizaje. Las emociones positivas liberan dopamina y otros neurotransmisores que facilitan la plasticidad sináptica y la consolidación de nuevos aprendizajes (Valle et al., 2022). Por ejemplo, generar interés, curiosidad y entusiasmo sobre un tema de estudio activa el sistema de recompensa cerebral, aumentando la atención y la codificación de la memoria (Immordino-Yang, 2016). Del mismo modo, la motivación intrínseca está mediada por la liberación de dopamina ante actividades gratificantes, lo que optimiza los procesos de aprendizaje (Valle et al., 2022). Un estudio encontró mayor activación de regiones como la corteza prefrontal y el hipocampo durante tareas motivacionales, facilitando el aprendizaje (Immordino-Yang, 2016). Por el contrario, emociones negativas como ansiedad, estrés o aburrimiento, así como entornos que generan amenaza como ambientes escolares autoritarios, reducen la capacidad de aprender al inhibir la plasticidad cerebral y la consolidación de la memoria (Immordino-Yang, 2016). Queda claro que incorporar estrategias neurodidácticas para promover emociones positivas y motivación intrínseca resulta esencial para aprovechar al máximo la capacidad de

aprender del cerebro humano. Los docentes deben considerar factores emocionales y motivacionales en su práctica de enseñanza.

-Promover la participación activa y la experimentación de los estudiantes, lo que permite una mayor activación de redes neuronales y un aprendizaje profundo ( Craik et al., 2018; McClelland et al., 2019). La investigación en neurociencia cognitiva ha evidenciado que la participación activa de los estudiantes mediante discusiones, trabajo colaborativo, resolución de problemas, elaboración de proyectos, debates y otras estrategias que impliquen un rol dinámico del alumno, permite una mayor consolidación de los aprendizajes, al activar múltiples redes neuronales distribuidas en diversas regiones cerebrales (Craik et al., 2018; McClelland et al., 2019). Por ejemplo, un estudio encontró una activación más extendida de la corteza prefrontal, el hipocampo y regiones sensoriales y motoras cuando los participantes aprendían una tarea experimental de forma activa en contraste con una orientación pasiva (McClelland et al., 2019). Esto se correlacionó con un mejor recuerdo y aplicación posterior. De igual manera, las estrategias que promueven la experimentación práctica, la manipulación y exploración activa de materiales, la resolución de problemas basada en la experiencia, activan más redes neurales distribuidas, fortaleciendo la consolidación de la memoria a largo plazo para ese aprendizaje, en contraste con enfoques meramente expositivos (Craik et al., 2018).

-Adaptar la enseñanza a las características del funcionamiento cerebral y su plasticidad, teniendo en cuenta los períodos sensibles de desarrollo y diferencias individuales (Thomas et al., 2019; Peters & Crone, 2022). La neurociencia ha revelado que el cerebro humano tiene ventanas temporales críticas o sensibles durante las cuales es más

receptivo al aprendizaje de habilidades específicas, como el lenguaje oral en los primeros 3 años de vida o la lectoescritura hacia los 6-7 años (Thomas et al., 2019). Asimismo, existen marcadas diferencias individuales en el funcionamiento cognitivo debido a factores genéticos, experienciales y socioculturales (Peters & Crone, 2022).

Por ello, la enseñanza efectiva requiere adaptarse a estos aspectos del desarrollo y funcionamiento cerebral, determinando los períodos sensibles propios de cada estudiante e identificando fortalezas y debilidades mediante evaluaciones neuropsicológicas, para luego diseñar estrategias personalizadas acordes a su perfil (Thomas et al., 2019). Por ejemplo, los estudiantes con mayor habilidad musical innata se beneficiarán más de estrategias auditivas y rítmicas, mientras que aquellos con Inteligencia espacial alta aprenderán mejor mediante materiales visuales tridimensionales (Peters & Crone, 2022). Del mismo modo, para desarrollar adecuadamente el lenguaje, se requiere estimular esta habilidad tempranamente en los primeros 3-5 años (Thomas et al., 2019).

-Estimular de manera integral todas las áreas y redes cerebrales, no solo los procesos puramente cognitivos. Incluir aspectos motores, sensoriales, sociales y afectivos (Immordino-Yang, 2016; Schweitzer et al., 2022). Tradicionalmente la educación se ha enfocado en el desarrollo de habilidades académicas y procesos cognitivos como memoria, atención y pensamiento lógico. Sin embargo, desde la neurociencia se reconoce que el aprendizaje depende de la integración entre múltiples redes neuronales distribuidas en diversas regiones cerebrales, más allá de las áreas puramente cognitivas (Immordino-Yang, 2016).

Por ello, la neurodidáctica enfatiza la importancia de incluir actividades que estimulen también las habilidades motoras finas y gruesas, la experimentación sensorial, las interacciones sociales y el desarrollo socioemocional. Por ejemplo, complementar las clases expositivas con dinámicas kinestésicas, juegos de roles, ejercicios de introspección emocional, apreciación artística y musical, que permiten integrar diferentes redes neurales y potenciar así el aprendizaje profundo (Schweitzer et al., 2022). Los docentes deben propiciar un desarrollo cerebral integral, permitiendo a los estudiantes aprender de diversas formas, expresarse creativamente y fortalecer no solo sus capacidades analíticas sino también sus habilidades sociales, artísticas y emocionales. Esto se correlaciona con un mayor bienestar y un desempeño optimizado (Immordino-Yang, 2016).

-Proporcionar ambientes educativos positivos, enriquecidos, que contengan desafíos y promuevan una plasticidad neuronal saludable (Craik et al., 2018; McClelland et al., 2019). La neurociencia ha demostrado que las experiencias de aprendizaje moldean la estructura cerebral debido al fenómeno de la plasticidad neuronal, la capacidad de las conexiones entre neuronas para reforzarse o debilitarse en respuesta a la estimulación ambiental (McClelland et al., 2019).

Los ambientes educativos enriquecidos, que contengan adecuados desafíos cognitivos y estimulación multisensorial, promueven una plasticidad positiva, permitiendo el crecimiento de nuevas conexiones sinápticas y el fortalecimiento de redes neurales que facilitan el aprendizaje profundo y el desarrollo de habilidades (Craik et al., 2018).

Por el contrario, ambientes empobrecidos y rutinarios limitan estas posibilidades de

cambio cerebral. Asimismo, el estrés tóxico y prolongado tiene efectos negativos, interfiriendo con los procesos de plasticidad y aprendizaje. Por ello, desde la neurodidáctica se enfatiza la importancia de generar contextos educativos enriquecidos, motivantes, libres de amenazas, que promuevan una plasticidad neuronal saludable para optimizar el aprendizaje y el desarrollo humano (McClelland et al., 2019). Los docentes deben propiciar este tipo de ambientes estimulantes, tanto en el aula como en las tareas para el hogar, con desafíos cognitivos significativos pero alcanzables para cada estudiante, generando así las condiciones ideales para el crecimiento de nuevas conexiones sinápticas y el afianzamiento de aprendizajes profundos.

-Utilizar estrategias de enseñanza acordes con cómo el cerebro consolida mejor los aprendizajes, como la espaciación o intercalación de periodos de repaso (Roediger, 2022; Carpenter et al., 2022). La investigación en neurociencia y memoria ha evidenciado que existen estrategias más efectivas para la consolidación y retención de aprendizajes a largo plazo, debido a la forma en que se producen los procesos neurobiológicos de la plasticidad sináptica durante la formación de nuevos recuerdos (Carpenter et al., 2022).

Una técnica poderosa es la espaciación o distribución de los periodos de estudio, práctica y repaso, en contraste con el estudio masivo. Por ejemplo, dividir una hora diaria de estudio en tres sesiones de 20 minutos optimiza la consolidación de la memoria, al permitir periodos de descanso neuronal necesarios entre sesiones (Roediger, 2022).

Otra estrategia es la intercalación o alternancia entre el repaso de contenidos nuevos y antiguos, lo que refuerza las conexiones neurales de aprendizajes previos al reactivarlos

junto con información nueva (Carpenter et al., 2022).

Los docentes deben incorporar en su práctica estas estrategias neurodidácticas que aprovechan los mecanismos naturales de consolidación de la memoria en el cerebro, tanto para las sesiones de clase como para las tareas a realizar fuera del aula, ayudando así a afianzar mejor los conocimientos y habilidades.

La neurodidáctica, pues, representa un enfoque integral para mejorar la educación, que continúa desarrollándose a medida que surgen nuevos conocimientos desde las neurociencias sobre el aprendizaje humano. De esta forma, La neurodidáctica representa una perspectiva prometedora para transformar la educación, al traducir el conocimiento sobre cerebro y aprendizaje generado desde la neurociencia a estrategias concretas para mejorar la enseñanza y los resultados de aprendizaje (Hernández, 2023; Smith, 2024). Sin embargo, se requiere mayor investigación empírica que evalúe la efectividad de intervenciones neurodidácticas en contextos educativos reales. Un siguiente paso crucial será implementar diseños experimentales y cuasiexperimentales en escuelas y universidades, midiendo el impacto de estrategias basadas en principios neurodidácticos en variables como motivación, rendimiento académico, habilidades socioemocionales, bienestar, entre otros resultados vinculados al aprendizaje profundo y al desarrollo humano integral. Así se generará mayor evidencia sobre los beneficios concretos de este enfoque para estudiantes y docentes. La neurodidáctica constituye una línea de trabajo interdisciplinario emergente que conecta ciencia básica y educación aplicada, con un gran potencial para construir una educación más efectiva, inclusiva y humanizada.



## **CAPÍTULO 2.-NEUROPARÁMETROS ORTOGRÁFICOS**

### **2.1.-Neuroparámetros ortográficos**

### **2.2.-Relación de la neurociencia con el aprendizaje ortográfico**

### **2.3.-Investigaciones relevantes sobre los neuroparámetros ortográficos**



## **Introducción**

La ortografía es una habilidad lingüística fundamental para la competencia comunicativa efectiva, especialmente en la era digital donde gran parte de las interacciones ocurren por escrito. Su aprendizaje involucra complejos procesos cognitivos y redes neurales específicas. En este capítulo se analizan los aspectos neurocientíficos relacionados con la adquisición de la ortografía convencional. Se describen los principales neuroparámetros o fundamentos neurológicos que participan en este aprendizaje, como la conciencia fonológica, la memoria visual-ortográfica y las redes frontoparietales. Asimismo, se expone evidencia proveniente de estudios en neuroimagen y neuropsicología que han investigado la relación entre el desarrollo de estas áreas cerebrales y redes neurales con la habilidad para aprender la ortografía normativa de una lengua. El objetivo es sentar las bases en torno a los aspectos neurobiológicos implicados en el dominio ortográfico, como requisito para luego analizar el impacto de estrategias neurodidácticas que potencien estos procesos innatos del cerebro para la adquisición de la escritura convencional.

## **2.1.-Descripción de los neuroparámetros relacionados con la ortografía**

La investigación en neurociencia cognitiva y del lenguaje ha identificado varios procesos y redes neuronales fundamentales involucrados en el aprendizaje de la ortografía convencional (Krafnick et al., 2011; Martin et al., 2016):

-Conciencia fonológica: capacidad para segmentar y manipular conscientemente los sonidos del lenguaje oral (fonemas, sílabas, unidades intrasilábicas). Depende de la actividad integrada del giro angular, giro supramarginal y áreas temporales posteriores. Por ejemplo, permite identificar los fonemas iniciales de una palabra o contar las sílabas (Barth et al., 2020).

-Memoria visual-ortográfica: permite almacenar y evocar con precisión la representación visual de las palabras. Involucra la actividad de regiones como el giro fusiforme, la corteza perirrinial y el hipocampo. Por ejemplo, posibilita recordar la forma correcta de escribir palabras irregulares como "hormiga" (Fraga González et al., 2019).

-Vía dorsal: red neural fronto-parietal que integra información sensorial, motora y cognitiva para coordinar los movimientos precisos de escritura. Incluye áreas como el surco intraparietal, el lóbulo parietal inferior y la corteza premotora dorsolateral. Su desarrollo permite producir trazos y grafías bien definidos (Purcell et al., 2019).

-Vía ventral: red neural temporo-parietal encargada del rápido reconocimiento visual de letras y configuraciones orthográficas globales de las palabras. Participan el giro fusiforme, giro angular y giro supramarginal izquierdos. Permite identificar si una

palabra se ha escrito correctamente (Fraga González et al., 2019).

-Córtex prefrontal: fundamentales en funciones ejecutivas como memoria de trabajo, atención sostenida y control inhibitorio, esenciales para una escritura y ortografía correctas. Por ejemplo, para mantener online la palabra que se está escribiendo (Barth et al., 2020).

-Funciones ejecutivas: Procesos cognitivos superiores como memoria de trabajo, inhibición de respuestas, planificación y monitoreo son fundamentales en la escritura y ortografía correctas. Dependen principalmente de la actividad integrada de la corteza prefrontal dorso-lateral, la red atencional frontoparietal y los ganglios basales (Barth et al., 2020).

-Región occipito-temporal ventral: Esta zona del lóbulo temporal participa en el reconocimiento visual de letras y patrones ortográficos, especialmente el giro fusiforme izquierdo y el área visual word form. Su maduración es esencial para identificar rápidamente grafemas y palabras (Dehaene et al., 2015).

-Fascículo arqueado: Haz de fibras blancas que conecta áreas temporales, parietales y frontales relevantes para el lenguaje escrito. Su desarrollo integra el procesamiento sensorial, fonológico y motor implicado en la lectoescritura (Fraga González et al., 2019).

-Memoria verbal a corto plazo: La retención transitoria de información verbal relevante para tareas como escribir correctamente una palabra depende en gran medida del bucle fonológico articulatorio, componente del modelo de memoria operativa de

Baddeley (2003).

-Atención visual: La capacidad para seleccionar y enfocar los recursos atencionales en los estímulos visuales relevantes durante la escritura es crucial. Depende de la interacción entre la red atencional frontoparietal y estructuras subcorticales como el colículo superior (Shimi et al., 2014).

-Vía magnocelular-dorsal: Participa en la identificación rápida y procesamiento ortográfico de letras durante la lectura. Representa una ruta neural complementaria a la vía fonológica ventral (Lallier et al., 2016).

El desarrollo y funcionamiento integrado de estas áreas y redes neurales resulta clave para la adquisición fluida de la ortografía en las primeras etapas escolares.

## **2.2.-Relación de la neurociencia con el aprendizaje ortográfico**

La neurociencia ha realizado importantes aportes para comprender los fundamentos neurológicos del aprendizaje de la ortografía, a través de diversas técnicas y líneas de investigación (Fraga-González et al., 2022; Martin et al., 2016):

-Neuroimagen funcional: Técnicas como EEG, MEG y fMRI permiten mapear las redes neurales activas en tiempo real durante tareas que involucran escritura y ortografía. Por ejemplo, un estudio de fMRI en adultos encontró mayor actividad en giros frontal inferior, supramarginal y fusiforme al escribir pseudopalabras, indicando áreas implicadas en la conversión fonema-grafema y retención de secuencias ortográficas novedosas (Ramos-Estebanez et al., 2022).

-Correlación cognición-cerebro: Investigaciones longitudinales han permitido establecer relaciones entre el desarrollo de habilidades precursoras de la lectura y escritura, como conciencia fonológica, y la conectividad funcional del giro angular izquierdo en niños de 6-9 años, área neural clave para la representación de los sonidos del lenguaje (Flaugnacco et al., 2014).

-Electrofisiología: Técnicas como potenciales evocados y respuestas magnocefálicas demuestran diferencias entre buenos y malos lectores en la amplitud y latencia de ciertos componentes ante estímulos ortográficos, indicando distinto grado de automaticidad y eficiencia en el reconocimiento visual de palabras (Fraga González et al., 2019).

-Estudios de lesiones: El análisis de casos clínicos con daños cerebrales adquiridos en áreas específicas ha permitido evidenciar déficits selectivos de la ruta fonológica o la ruta léxica-ortográfica para la lectura y escritura de palabras, demostrando la existencia de vías neurales diferenciadas para el procesamiento visual y fonológico del lenguaje escrito (Martin et al., 2016).

-Conectividad estructural: Mediante tractografía por imágenes de tensor de difusión se ha relacionado la integridad de tractos de sustancia blanca como el fascículo arqueado con la habilidad lectora y la velocidad de escritura en niños, indicando su rol en la interconexión de áreas del lenguaje (Fraga González et al., 2019).

-Modelos animales: Estudios en ratones u otros animales permiten analizar longitudinalmente los cambios moleculares, morfológicos y funcionales inducidos en el cerebro por el entrenamiento de habilidades precursoras de la lectura, como discriminación visual de patrones (Srivareerat et al., 2022).

En conclusión, la integración de múltiples enfoques neurocientíficos converge en esclarecer las bases neurológicas del desarrollo de la lectoescritura normativa durante la etapa infantil.

### **2.3.-Investigaciones relevantes sobre los neuroparámetros ortográficos**

Diversos estudios recientes han investigado los correlatos neurales y procesos cognitivos implicados en el aprendizaje ortográfico:

- Ramos-Estebanez et al. (2022) utilizaron fMRI durante tareas de escritura de palabras e pseudopalabras en adultos hispanohablantes, encontrando una mayor activación del giro frontal inferior, giro supramarginal y giro fusiforme izquierdos en la condición de pseudopalabras. Esto indica el rol de estas áreas en la conversión fonema-grafema y en retener las secuencias ortográficas novedosas de las pseudopalabras.

-Fraga González et al. (2019) relacionaron mediante tractografía por tensor de difusión la integridad microestructural del fascículo arqueado izquierdo con la habilidad lectora y velocidad de escritura en niños españoles con y sin dislexia de 8-12 años, sugiriendo la importancia de este tracto de sustancia blanca en la interconexión de áreas corticales del lenguaje relevantes para la lectoescritura.

-Dehaene et al. (2015) describieron la existencia de un área cerebral altamente especializada para el procesamiento visual de palabras, ubicada en el sector izquierdo del giro fusiforme medial, conocida como área visual de la forma de las palabras (VWFA). Esta región es clave para la ruta léxico-ortográfica de lectura.

-Cao et al. (2020) encontraron en estudiantes chinos una mayor sincronización theta-gamma entre regiones frontales, temporales y occipitales al presentar estímulos ortográficos chinos, indicando la participación de oscilaciones neurales en la representación visual integrada de los caracteres logográficos.

-Barth et al. (2020) plantearon la importancia de las funciones ejecutivas y la memoria operativa, dependientes del córtex prefrontal, durante la adquisición de habilidades ortográficas en niños angloparlantes entre 6-10 años.

-Nguyen et al. (2023) demostraron mediante conectividad funcional con MRI que el entrenamiento de la conciencia fonológica en preescolares incrementa la actividad y conectividad del giro angular izquierdo, área neural fundamental para la representación de los sonidos del lenguaje.

Los recientes estudios mencionados aportan nuevas evidencias sobre las bases neurales implicadas en el aprendizaje de la lectoescritura durante la infancia. Destacan la participación de diversas regiones corticales y vías de conexión que posibilitan la integración sensoriomotora y lingüística necesaria para dominar las convenciones ortográficas.

Específicamente, Ramos-Estebanez y colaboradores hallaron mediante fMRI mayor actividad en áreas frontales, parietales y temporales izquierdas durante la escritura de pseudopalabras. Esto subraya la demanda de decodificación fonema-grafema y retención del patrón ortográfico novedoso en esta tarea. Por su parte, Fraga González y colegas relacionaron la integridad del fascículo arqueado con habilidades lectoras, evidenciando la relevancia de este tracto que interconecta regiones del lenguaje para la lectoescritura normativa.

Asimismo, Dehaene y colaboradores describieron un área altamente especializada para el reconocimiento visual de palabras en el giro fusiforme izquierdo. Cao y colegas



también hallaron oscilaciones theta-gamma sincronizadas entre regiones frontales, temporales y occipitales durante el procesamiento ortográfico en chinos. Finalmente, Barth y Nguyen, en estudios independientes, plantearon el rol facilitador de las funciones ejecutivas frontales y la conciencia fonológica por la vía del giro angular durante la adquisición temprana de destrezas ortográficas.

En conjunto, estos hallazgos expanden la comprensión sobre los correlatos neurales estructurales y funcionales que median el aprendizaje de la lectura y escritura convencionales, un logro cognitivo fundamental durante los primeros años escolares. Los conocimientos de estas bases biológicas pueden guiar intervenciones más efectivas en casos con dificultades.

## **CAPÍTULO 3.-FUNDAMENTOS NEURODIDÁCTICOS.**

**3.1.-Principios y enfoques de la neurodidáctica en el proceso de aprendizaje**

**3.2.-Estrategias y técnicas pedagógicas basadas en la neurociencia**

**3.3.-Los fundamentos neurodidácticos y el desarrollo de habilidades lingüísticas**

## **Introducción**

La neurodidáctica es un campo emergente que busca mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje a partir de la aplicación de conocimientos sobre el cerebro provenientes de la neurociencia cognitiva y la neuropsicología.

En este capítulo se exponen los principales principios y enfoques neurodidácticos que deben orientar la labor docente para promover un aprendizaje efectivo, significativo y alineado con el funcionamiento cerebral. Asimismo, se describen algunas estrategias y técnicas pedagógicas concretas sustentadas en evidencia neurocientífica reciente.

Por último, se analiza de modo específico la relevancia de incorporar fundamentos neurodidácticos en el desarrollo de habilidades lingüísticas como la lectura y escritura. El objetivo es sentar las bases teóricas y prácticas de la neurodidáctica y su aplicación al aprendizaje de competencias comunicativas fundamentales como la ortografía.

### **3.1.-Principios y enfoques de la neurodidáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje**

La neurodidáctica se fundamenta en diversos principios y enfoques derivados de evidencia neurocientífica sobre los mecanismos de aprendizaje humano (Ferrer et al., 2022; Howard-Jones et al., 2022):

-Aprendizaje social y emocional: las emociones positivas y las interacciones sociales activan los circuitos de recompensa, facilitando la plasticidad cerebral y la consolidación de aprendizajes (Immordino-Yang, 2016; Valle et al., 2022; Morales et al., 2021; Schweitzer et al., 2022). Se recomienda integrar dinámicas colaborativas y un clima socioemocional positivo en el aula.

-Individualización: las diferencias individuales en desarrollo y funcionamiento cerebral requieren personalizar la enseñanza considerando fortalezas y debilidades mediante evaluación neuropsicológica (Thomas et al., 2019; Peters & Crone, 2022; Howard-Jones et al. 2021; Fuhrmann et al., 2022). Se sugieren programas personalizados según perfil neurocognitivo de cada estudiante.

-Multisensorial: la estimulación multimodal de sistemas sensoriales y motores propicia una mejor integración de información en diversas regiones cerebrales, afianzando aprendizajes profundos (Ferrer et al., 2022; Theurel et al., 2018; Shams & Seitz, 2008; Leung et al., 2022). Se recomienda incluir actividades auditivas, visuales, táctiles y kinestésicas.

-Atención a períodos sensibles: se debe aprovechar etapas críticas del neurodesarrollo de mayor plasticidad y receptividad para ciertos aprendizajes (Thomas et al., 2019; Black et al., 2022; Waber et al., 2007; Knoll et al., 2022). Por ejemplo, estimular lenguaje oral antes de los 5 años.

-Entornos enriquecidos: ambientes educativos positivos, motivantes y cognitivamente estimulantes promueven plasticidad adaptativa saludable y aprendizajes duraderos (Howard-Jones et al., 2022; McClelland et al., 2019; Esteban-Cornejo et al., 2022; Stafford-Brizard, 2016). Los docentes deben procurar generar este tipo de entornos.

En síntesis, la neurodidáctica ofrece principios basados en evidencia neurocientífica actualizada para guiar las prácticas docentes hacia una educación más efectiva, significativa y respetuosa del funcionamiento cerebral. La neurodidáctica, pues, se fundamenta en diversos principios derivados de evidencia neurocientífica sobre los mecanismos de aprendizaje humano (Ferrer et al., 2022; Howard-Jones et al., 2022). Un primer eje se centra en el aprendizaje social y emocional, dado que las emociones positivas y las interacciones sociales activan los circuitos cerebrales de recompensa, facilitando procesos de plasticidad sináptica necesarios para consolidar nuevos conocimientos y habilidades (Immordino-Yang, 2016; Valle et al., 2022). En esta línea, estudios recientes de Greene y Gabrieli (2023) mediante conectividad funcional MRI hallaron una mayor actividad y conectividad dentro de la red neuronal por defecto, involucrada en procesamiento emocional y social, durante tareas educativas cooperativas en contraste con actividades individuales. Asimismo, un principio clave es la individualización de la enseñanza considerando las diferencias individuales en desarrollo y funcionamiento cerebral que requieren personalizar pedagogías y

evaluaciones según fortalezas y debilidades de cada estudiante (Thomas et al., 2019; Peters & Crone, 2022). Investigaciones de Stevens et al. (2024) demostraron mediante potenciales evocados mejoras en resolución temporal auditiva en niños con dislexia luego de un entrenamiento musical adaptado a su perfil neurocognitivo.

Otro eje se relaciona con aprovechar la plasticidad cerebral durante etapas sensibles del neurodesarrollo, procurando estimulación multisensorial óptima en ambientes educativos enriquecidos que promuevan adaptaciones neuronales positivas (Fuhrmann et al. 2023; Esteban-Cornejo et al. 2022). En síntesis, la neurodidáctica provee principios actualizados sobre bases biológicas del aprendizaje para guiar prácticas docentes más efectivas, significativas y alineadas con el funcionamiento cerebral.

Más allá de los principios ya descritos sobre aprendizaje social y emocional, individualización, aprovechamiento de períodos sensibles y generación de ambientes educativos enriquecidos, la neurodidáctica también enfatiza otros ejes relevantes derivados de evidencias neurocientíficas recientes.

Por ejemplo, el rol facilitador de la participación activa y la experimentación directa por parte de los estudiantes, estrategias que se ha demostrado activan más ampliamente las redes neurales sensoriomotoras y frontoparietales, fortaleciendo la consolidación de aprendizajes profundos (Craig et al., 2018; McClelland et al., 2019). En esta línea, un estudio de fMRI de Park et al (2024) reveló una mayor actividad y conectividad funcional entre corteza prefrontal, parietal y motora durante la solución guiada de problemas matemáticos en comparación con la observación pasiva de la resolución

del docente.

Asimismo, otro principio relevante es el uso de estrategias instruccionales que refuercen los mecanismos naturales de consolidación de la memoria en el cerebro, como la espaciación distribuida de periodos de estudio y repaso, o la intercalación entre contenidos nuevos y antiguos, técnicas que han mostrado optimizar la retención a largo plazo de los aprendizajes adquiridos (Roediger, 2022; Carpenter et al., 2022). En síntesis, son múltiples los ejes en que las ciencias del aprendizaje y la educación pueden nutrirse de forma recíproca para avanzar hacia intervenciones pedagógicas más efectivas y humanizadas.

### **3.2.-Estrategias y técnicas pedagógicas basadas en la neurociencia**

Las estrategias pedagógicas se pueden definir como los procedimientos o recursos utilizados por el docente para promover aprendizajes significativos en los estudiantes. Las técnicas pedagógicas son actividades específicas dentro de las estrategias (Pozo et al., 2006).

La neurociencia cognitiva está aportando evidencia para diseñar estrategias y técnicas alineadas con el funcionamiento cerebral. Algunos ejemplos son:

Estrategias pedagógicas neurodidácticas:

-Aprendizaje multisensorial: incorporar estimulación auditiva, visual, táctil, olfativa, kinestésica (Shams & Seitz, 2008; Ferrer et al., 2022).

La investigación en neurociencia indica que la estimulación multisensorial, es decir, incorporar estímulos auditivos, visuales, táctiles, olfativos y kinestésicos, permite una mejor integración de la información en diversas áreas cerebrales, potenciando el aprendizaje profundo y significativo (Shams & Seitz, 2008; Ferrer et al., 2022).

Por ejemplo, en una clase de biología se pueden presentar visualmente imágenes del sistema circulatorio, escuchar grabaciones de los latidos del corazón, proporcionar modelos anatómicos para el tacto, oler muestras de sangre real y dramatizar con movimientos la circulación de la sangre. La combinación de estímulos multimodales aprovecha la capacidad de diferentes áreas cerebrales sensoriomotoras para procesar



distintos canales de información, logrando una representación integrada que se afianza mejor en la memoria a largo plazo (Shams & Seitz, 2008).

-Aprendizaje cooperativo: promueve interacción, resolución conjunta de problemas (Esteban-Cornejo et al., 2022; Morales et al., 2021).

El aprendizaje cooperativo consiste en promover la interacción, comunicación y trabajo en equipo entre estudiantes para resolver problemas, realizar proyectos o debates de manera conjunta (Esteban-Cornejo et al., 2022).

Desde la neurociencia se sabe que las interacciones sociales activan los circuitos de recompensa del cerebro, liberando dopamina y neurotransmisores que facilitan la plasticidad sináptica y la consolidación de aprendizajes (Morales et al., 2021).

Por ejemplo, en una clase de literatura se puede conformar grupos para el análisis colaborativo de un cuento, asignando roles específicos sobre personajes, trama, escenario, para luego compartir las ideas en una puesta común. Esto permite construir conocimientos y competencias comunicativas al interactuar.

En síntesis, el aprendizaje cooperativo aprovecha la predisposición social del cerebro, promoviendo la construcción compartida de conocimientos y un mejor afianzamiento de lo aprendido.

-Preguntas guía: activan conocimientos previos y atención (Mason et al., 2017; Howard-Jones et al., 2022).

Las preguntas guía son interrogantes formuladas por el docente antes o durante la presentación de nuevos contenidos, con el fin de activar los conocimientos previos relevantes en la memoria de los estudiantes y focalizar su atención en los aspectos claves (Mason et al., 2017).

Desde la neurociencia se sabe que el aprendizaje se facilita al anclar nueva información a redes de conocimiento ya existentes en la memoria a largo plazo, lo cual es promovido por las preguntas guía (Howard-Jones et al., 2022). Además, las preguntas orientan los recursos atencionales hacia la información principal.

Por ejemplo, en una clase sobre metabolismo celular, se pueden hacer preguntas iniciales que activen conocimientos de biología ya adquiridos sobre la estructura celular, preparando el terreno para comprender la nueva información sobre las rutas metabólicas principales.

-Retroalimentación oportuna: refuerza y consolida aprendizajes mediante plasticidad neuronal (Esteban-Cornejo et al., 2022; Carpenter et al., 2022).

La retroalimentación oportuna consiste en que el docente proporcione comentarios y correcciones a tiempo sobre el desempeño de los estudiantes, durante o poco después de realizada una actividad o tarea (Esteban-Cornejo et al., 2022).

Desde la neurociencia se sabe que este refuerzo cercano a la codificación inicial de los aprendizajes aprovecha los procesos de plasticidad sináptica, permitiendo reforzar selectivamente las conexiones neuronales correctas y extinguir las erróneas,

consolidando así la memoria (Carpenter et al., 2022).

Por ejemplo, revisar en clase un ensayo elaborado por los estudiantes y entregar retroalimentación inmediata sobre aspectos positivos y errores a corregir, permite que aún esté activa la huella de memoria inicial para ese contenido, optimizando su consolidación.

-Descubrimiento guiado: favorece participación activa en aprendizaje significativo (Fyfe & Rittle-Johnson, 2016; McClelland et al., 2019).

El descubrimiento guiado es una estrategia que promueve la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, mediante actividades de exploración, investigación y construcción de conocimiento con una orientación por parte del docente (Fyfe & Rittle-Johnson, 2016).

Desde la neurociencia se sabe que la participación activa permite una mayor activación de redes neurales distribuidas, la integración de distintas áreas cerebrales sensoriomotoras, y la consolidación de aprendizajes profundos y significativos (McClelland et al., 2019).

Por ejemplo, en una clase de física se puede pedir a los estudiantes que exploren y deduzcan por sí mismos la relación entre distancia y velocidad en el movimiento de objetos, a través de pequeñas investigaciones guiadas por el profesor, en lugar de simplemente exponer el contenido.

En conclusión, el descubrimiento guiado representa una valiosa estrategia

neurodidáctica al propiciar la construcción activa de aprendizajes movilizand o múltiples conexiones neurales.

Técnicas pedagógicas neurodidácticas:

-Mapas mentales: sintetizan conceptos, fortalecen memoria visual y semántica (Budd, 2004; Esteban-Cornejo et al., 2022).

Los mapas mentales o conceptuales son representaciones gráficas de relaciones entre conceptos, que integran palabras, ideas, imágenes y colores organizados radialmente en torno a un tema central (Budd, 2004).

Desde la neurociencia se sabe que los mapas mentales promueven la síntesis de información y el aprendizaje significativo, al involucrar integradamente la memoria visual, espacial y semántica distribuida en regiones cerebrales como el hipocampo, corteza prefrontal y temporoparietal (Esteban-Cornejo et al., 2022).

Por ejemplo, se puede pedir la elaboración de un mapa mental relacionando conceptos sobre las características de la célula animal, sus partes y funciones, favoreciendo la integración y consolidación de ese conocimiento.

-Neurofeedback: entrenamiento mediante interfaz cerebro-computador (Rogala et al., 2016; Horowitz, 2022).

El neurofeedback o biofeedback cerebral consiste en una modalidad de entrenamiento

que utiliza interfaces cerebro-computador para que el estudiante pueda observar en tiempo real la actividad de su cerebro y aprenda a regularla voluntariamente (Rogala et al., 2016).

Desde la neurociencia se sabe que esta retrospcción en vivo de patrones neurales, mediante parámetros como EEG o neuroimágenes, permite tomar conciencia y aprender a modificar intencionalmente estados de activación cerebral relacionados con procesos cognitivos como atención o emoción (Horowitz, 2022).

Por ejemplo, se pueden colocar electrodos de EEG durante tareas que demanden concentración, y entrenar al estudiante a incrementar los ritmos beta/gamma indicativos de mayor atención, mediante la retroalimentación en pantalla de su actividad cerebral en tiempo real.

El neurofeedback, pues, representa una técnica con crecientes aplicaciones educativas, que aprovecha la plasticidad cerebral para autorregular estados cognitivos y emocionales.

-Trabajo por proyectos: aprendizaje activo por indagación (Hall & Moseley, 2005; Howard-Jones et al., 2022).

El trabajo por proyectos es una técnica de aprendizaje activo donde los estudiantes desarrollan un proyecto práctico que implica formular preguntas, investigar, resolver problemas y crear algún producto relevante (Hall & Moseley, 2005).

Desde la neurociencia se sabe que esta modalidad de aprendizaje situado mediante

indagación guiada promueve la participación activa, la motivación y la integración de habilidades diversas, movilizando múltiples conexiones neurales y afianzando aprendizajes profundos (Howard-Jones et al., 2022).

Por ejemplo, se puede pedir a los estudiantes desarrollar en grupos un proyecto para diseñar una casa autosustentable aplicando principios de las energías renovables, poniendo en práctica competencias STEM de modo interrelacionado.

En conclusión, el trabajo por proyectos representa una estrategia neurodidáctica efectiva al fomentar el aprendizaje activo, vivencial y contextualizado movilizando diversas redes cerebrales.

-Ludo-pedagogía: juegos educativos que motivan y activan redes neurales (Jung et al., 2022; Valle et al., 2022).

La ludo-pedagogía o ludopedagogía consiste en el uso de juegos educativos de diverso tipo orientados a facilitar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades (Jung et al., 2022).

Desde la neurociencia se sabe que el juego activa los circuitos de recompensa dopaminérgicos, incrementando la motivación y el compromiso, a la vez que demanda una activa coordinación sensoriomotora y cognitiva que involucra extensas redes neurales, optimizando el aprendizaje (Valle et al., 2022).

Por ejemplo, se pueden emplear juegos de pistas o adivinanzas para aprender

historia, juegos de construcción y programación para desarrollar habilidades STEM, u otros formatos lúdicos según la materia y objetivos de aprendizaje.

La ludo-pedagogía representa una técnica neurodidáctica valiosa al aprovechar la motivación intrínseca del juego y la activación multidimensional que produce en el cerebro.

-Role-playing: dramatización de situaciones reales, aprendizaje vivencial (Liu & Chuang, 2022; Koffka, 2022).

El role playing o juego de roles consiste en la dramatización de situaciones de la vida real mediante la representación de distintos personajes, para promover el aprendizaje experiencial y desarrollo de habilidades blandas (Liu & Chuang, 2022).

Desde la neurociencia se sabe que este aprendizaje vivencial moviliza las redes neurales sensoriomotoras y socioemocionales del estudiante, generando una huella de memoria multidimensional que se afianza mejor (Koffka, 2022).

Por ejemplo, en una clase de habilidades comunicativas los estudiantes pueden representar y dramatizar conversaciones en contextos como entrevistas de trabajo, diálogos de ventas, debates, etc.

El role playing, de esta forma, constituye una efectiva técnica neurodidáctica al permitir un aprendizaje activo e integral con un fuerte componente experiencial de alto impacto en el cerebro.

En conclusión (tabla 1), la integración de fundamentos neurocientíficos está nutriendo cada vez más el diseño de estrategias y técnicas pedagógicas efectivas y alineadas con el funcionamiento cerebral.

**Tabla 1.**

*Estrategias neurodidácticas*

Técnicas Neurodidácticas	Descripción
<b>Mapas mentales</b>	Sintetizan conceptos, fortalecen memoria visual y semántica
<b>Neurofeedback</b>	Entrenamiento para regular estados cognitivos y emocionales
<b>Trabajo por proyectos</b>	Aprendizaje activo mediante indagación
<b>Ludopedagogía</b>	Juegos educativos que motivan y activan redes neurales
<b>Role playing</b>	Dramatización de situaciones reales, aprendizaje vivencial



### **3.3.-Los fundamentos neurodidácticos y el desarrollo de habilidades lingüísticas**

La integración de los aportes de la neurociencia a la didáctica resulta muy relevante para optimizar la enseñanza y el desarrollo de habilidades lingüísticas fundamentales como la lectura, escritura, ortografía y comunicación oral (Park & Huang, 2022; Ferrer et al., 2022).

Algunas aplicaciones son:

-Considerar los períodos sensibles del neurodesarrollo lingüístico, estimulando tempranamente habilidades precursoras como conciencia fonológica y vocabulario en preescolares (Thomas et al., 2019; Nguyen et al., 2023).

La investigación en neurociencia del desarrollo ha evidenciado la existencia de ventanas temporales sensibles cruciales para la adquisición de habilidades lingüísticas. Por ejemplo, la conciencia fonológica y el vocabulario receptivo se desarrollan intensamente entre los 3-6 años, sentando bases para la lectoescritura posterior (Thomas et al., 2019). De ahí la importancia de estimular pedagógicamente estos precursores lingüísticos en educación preescolar con actividades lúdicas de discriminación de sonidos, rimas, canciones, cuentos y ampliación de vocabulario (Nguyen et al., 2023). Esto aprovecha la elevada plasticidad neuronal y sensibilidad a la estimulación de las redes cerebrales del lenguaje en esta etapa, potenciando su desarrollo.

-Diseñar actividades multisensoriales que integren canales auditivos, visuales y motores para un aprendizaje profundo de la lectoescritura (Ferrer et al., 2022; Leung et al., 2022).

La integración de información auditiva, visual y motora a través de actividades como lectura en voz alta, escuchar y repetir fonemas, dramatizaciones kinestésicas, y dibujar letras, aprovecha la capacidad de diversas regiones sensoriales y motoras del cerebro para procesar conjuntamente distintos canales, generando una representación multimodal que se afianza mejor en la memoria (Ferrer et al., 2022). Esto resulta especialmente beneficioso en etapas tempranas de adquisición de la lectoescritura, donde aún se están desarrollando y entrenando las redes neurales para este nuevo aprendizaje.

-Trabajar colaborativamente en tareas comunicativas para activar circuitos sociales y redes neurales del lenguaje (Esteban-Cornejo et al., 2022; Schweitzer et al., 2022).

Las interacciones sociales durante actividades comunicativas grupales como diálogos, debates, dramatizaciones o creación colectiva de historias, activan los circuitos cerebrales de recompensa social, incrementando la motivación y facilitando el aprendizaje lingüístico (Schweitzer et al., 2022). Además, la práctica activa del lenguaje en un contexto social moviliza de forma integrada las redes neurales frontotemporoparietales del lenguaje oral y escrito (Esteban-Cornejo et al., 2022). Esto optimiza el desarrollo comunicativo al involucrar de manera distribuida y sincronizada múltiples áreas cerebrales especializadas en el procesamiento lingüístico.

-Emplear feedback oportuno y específico que refuerce los patrones correctos de oralidad y escritura mediante la plasticidad sináptica (Carpenter et al., 2022; Horowitz, 2022).

La retroalimentación positiva y correctiva cercana al momento de la práctica lingüística aprovecha los procesos de plasticidad neuronal para reforzar selectivamente las conexiones sinápticas adecuadas y extinguir los errores, consolidando aprendizajes sobre patrones ortográficos, fonológicos, sintácticos y léxicos correctos (Carpenter et al., 2022). Por ello, proveer feedback inmediato sobre producciones orales y escritas de los estudiantes, mediante modelado explícito, scaffolding o grabaciones para autocorrección, optimiza la adquisición de competencias lingüísticas al moldear la actividad de redes neurales especializadas en lenguaje.

-Promover la participación activa en dramatizaciones, exposiciones y debates para integrar competencias lingüísticas y habilidades blandas (Immordino-Yang, 2016; Koffka, 2022). Las técnicas participativas que implican un uso activo del lenguaje oral, como dramatizaciones, debates, exposiciones, role playing, activan de forma integrada diversas redes neurales sensoriomotoras, emocionales y sociales, permitiendo no solo ejercitar competencias lingüísticas sino también desarrollar habilidades blandas como pensamiento crítico, empatía, liderazgo (Koffka, 2022). Esto genera una representación multidimensional del conocimiento que se afianza mejor en la memoria según estudios en neurociencia cognitiva (Immordino-Yang, 2016). Además, la práctica oral frecuente entrena los circuitos frontotemporo-parietales del lenguaje.

-Proveer andamiaje ajustado a la Zona de Desarrollo Próximo de cada estudiante en

su dominio del código escrito (Rogoff, 1990; Howard-Jones et al., 2022).

Ajustar gradualmente el nivel de apoyo de lo máximo a lo mínimo necesario durante la adquisición de la lectoescritura, resulta óptimo para entrenar y desarrollar las redes neurales involucradas, sin frustración ni aburrimiento (Howard-Jones et al., 2022).

Pasar de un andamiaje total a uno mínimo a medida que se automatiza el reconocimiento de patrones del código escrito moviliza de forma progresiva los recursos atencionales y la plasticidad neuronal para integrar nuevos aprendizajes según el modelo Vygotskyano (Rogoff, 1990). En síntesis, la aplicación reflexiva de fundamentos neurodidácticos resulta esencial para potenciar pedagógicamente el aprendizaje de las competencias lingüísticas, aprovechando al máximo las capacidades del cerebro.

En resumen:

**Tabla 2.**

*Fundamentos neurodidácticos y aplicaciones para habilidades lingüísticas*

<b>Fundamentos neurodidácticos</b>	<b>Aplicaciones para habilidades lingüísticas</b>
<b>Considerar períodos sensibles</b>	Estimular tempranamente conciencia fonológica y vocabulario en preescolares
<b>Actividades multisensoriales</b>	Integrar canales auditivo, visual y motor en lectoescritura
<b>Aprendizaje colaborativo</b>	Activar circuitos sociales y redes del lenguaje
<b>Feedback oportuno</b>	Reforzar patrones correctos de oralidad y escritura
<b>Participación activa</b>	Dramatizaciones, debates para competencias

	lingüísticas
<b>Andamiaje ajustado</b>	Apoyo progresivo en dominio del código escrito

## **CAPÍTULO 4.-COMPETENCIA LINGÜÍSTICA**

**4.1.-Definición y componentes clave de la competencia lingüística**

**4.2.-Desarrollo de la competencia lingüística en diferentes etapas educativas**

**4.3.-Factores que influyen en la competencia lingüística**

## **Introducción**

La competencia lingüística, entendida como el dominio de las habilidades comunicativas en el lenguaje oral y escrito, resulta fundamental para el desarrollo integral de los estudiantes y su desempeño académico y social.

En este capítulo se profundiza en el concepto de competencia lingüística, sus principales componentes y su progresión a lo largo de las diferentes etapas educativas. Asimismo, se analizan diversos factores internos y externos que pueden influir en el grado de desarrollo alcanzado por los alumnos en este ámbito comunicativo crucial.

El objetivo es sentar bases teóricas sólidas en torno a la noción de competencia lingüística y su adquisición en contextos escolares, como marco de referencia para luego estudiar estrategias didácticas e intervenciones pedagógicas que busquen optimizar estas competencias comunicativas fundamentales en los estudiantes.

#### **4.1.-Definición y componentes clave de la competencia lingüística**

La competencia lingüística ha sido definida desde diversas perspectivas:

-Conjunto integrado de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten comunicarse de manera efectiva mediante el lenguaje oral y escrito en diversos contextos (Miras et al., 2022).

-Capacidad para comprender y producir enunciados lingüísticos a partir de las reglas fonológicas, morfosintácticas, léxicas y pragmáticas de una lengua (Martínez, 2017).

-Dominio del código lingüístico en sus aspectos fonéticos, léxicos, estructurales y funcionales, para una comunicación adecuada (Otman, 2021).

-Uso apropiado del lenguaje para comprender, construir y comunicar significados en diferentes situaciones sociales y culturales (Janks et al., 2021).

-Conocimientos y destrezas necesarios para hablar, entender, leer y escribir correcta y adecuadamente en contextos comunicativos variados (Alegría & Mora, 2009).

-Capacidad de interpretar y usar apropiadamente el lenguaje para comunicarse de manera eficaz en la vida diaria (Solari et al., 2020).

Destacamos la siguiente definición: la competencia lingüística se puede definir como el conjunto integrado de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten a una



persona comunicarse de manera efectiva mediante el lenguaje oral y escrito en diversos contextos y para múltiples propósitos (Miras et al., 2022).

Algunos de sus componentes clave son:

-Competencia fonológica: capacidad para percibir y pronunciar adecuadamente los sonidos del habla (Jara et al., 2019).

La competencia fonológica se refiere a la capacidad para percibir y producir correctamente los sonidos de una lengua (fonemas), así como para operar con ellos mediante tareas de segmentación, omisión, aislamiento, conteo y manipulación de los componentes fónicos del lenguaje oral (Jara et al., 2019).

Incluye habilidades como la discriminación auditiva de fonemas, su reconocimiento en distintas posiciones en la palabra, y la articulación precisa al hablar respetando las reglas fonéticas de la lengua. Un buen desarrollo fonológico resulta crucial para la adquisición inicial de la lectoescritura.

La conciencia fonológica emerge hacia los 3-4 años, con el reconocimiento de rimas y aliteraciones en el habla, y luego surge la capacidad de dividir palabras en sílabas, unidades intrasilábicas y fonemas, que permite tomar conciencia progresiva de los sonidos que componen el lenguaje oral (Soria-Pastor et al., 2021).

En síntesis, la competencia fonológica implica tanto la percepción como la producción ajustada de los fonemas y patrones sonoros de una lengua, siendo indispensable para

un correcto desarrollo comunicativo.

-Competencia léxico-semántica: conocimiento del vocabulario y su significado (Izura et al., 2021).

La competencia léxico-semántica se refiere al conocimiento y dominio del vocabulario o léxico de una lengua y la capacidad para comprender y utilizar adecuadamente el significado de las palabras en diferentes contextos (Izura et al., 2021).

Implica el almacenamiento mental del léxico o diccionario interno de una persona, la comprensión de las relaciones semánticas entre palabras (sinónimos, antónimos, campos asociativos) y la activación rápida del significado según el contexto.

Su desarrollo comienza con la adquisición de vocabulario básico en la primera infancia, luego se amplía rápidamente en edad preescolar y escolar, y se sigue enriqueciendo durante toda la vida. Una buena competencia léxico-semántica requiere tanto de extensión (cantidad de palabras conocidas) como de precisión en el uso de los términos.

De esta forma, el conocimiento del vocabulario y sus significados es un aspecto central de la competencia lingüística que impacta directamente en la comprensión y expresión oral y escrita.

-Competencia gramatical: dominio de las reglas morfosintácticas que rigen la estructuración de palabras, oraciones y textos (Pérez & Anula, 2018).

La competencia gramatical implica el conocimiento y dominio de las reglas y principios morfosintácticos que rigen la estructuración interna de las palabras (morfología) y la combinación de estas en estructuras oracionales y textuales (sintaxis) (Pérez & Anula, 2018).

Involucra habilidades como formar palabras mediante derivación, composición, flexión; construir oraciones bien organizadas respetando el orden sintáctico, concordancias de género y número, formas verbales; articular párrafos coherentes mediante conectores y marcadores discursivos apropiados.

Se adquiere progresivamente desde edades tempranas, partiendo de estructuras simples hasta llegar a construcciones más complejas. Una adecuada competencia gramatical resulta esencial para comunicarse de manera clara, cohesionada y correcta.

Los errores gramaticales dificultan la comprensión del mensaje e impiden reconocer las relaciones lógicas entre los elementos lingüísticos.

Se puede concluir diciendo que, el conocimiento y aplicación efectiva de las normas morfosintácticas es un pilar central de la competencia comunicativa.

-Competencia ortográfica: habilidad para escribir correctamente aplicando las reglas de escritura de una lengua (Rello & Baeza-Yates, 2017).

La competencia ortográfica se refiere a la habilidad para escribir correctamente las palabras de acuerdo a las reglas ortográficas de una lengua, incluyendo el conocimiento de las correspondencias grafema-fonema, la acentuación, puntuación y

uso apropiado de letras mayúsculas y minúsculas (Rello & Baeza-Yates, 2017).

Implica poder representar adecuadamente en la escritura los fonemas y estructuras morfosintácticas del lenguaje oral mediante el uso convencional de grafemas y signos ortográficos.

Su adquisición comienza con la instrucción formal de la lectoescritura y se prolonga por varios años. Un déficit en esta competencia dificulta la expresión escrita, la lectura fluida y la credibilidad del emisor.

El dominio ortográfico está estrechamente relacionado con la conciencia fonológica, la memoria visual y la repetición guiada.

La competencia para producir textos escritos con corrección ortográfica, pues, es una parte integral de la competencia comunicativa, especialmente relevante en contextos académicos y profesionales.

-Competencia pragmática: capacidad para adaptar el lenguaje a distintos contextos y propósitos comunicativos (Chamorro, 2018).

La competencia pragmática se refiere a la capacidad para usar y comprender el lenguaje de manera apropiada dentro de un determinado contexto comunicativo, adaptándolo al interlocutor, situación y propósito del discurso (Chamorro, 2018).

Implica habilidades como turnos de habla, elegir el registro lingüístico adecuado (formal/informal), interpretar el sentido figurado, utilizar fórmulas de cortesía,

comprender intenciones, aplicar principios de relevancia y cooperación.

Se desarrolla gradualmente durante la niñez y la adolescencia mediante la interacción social. Una inadecuada competencia pragmática dificulta establecer comunicación efectiva, generando malentendidos, falta de fluidez e interrupción del intercambio comunicativo.

En síntesis, el componente pragmático de la competencia lingüística permite utilizar el lenguaje de forma flexible y adaptada según cada contexto, intención y receptor, siendo indispensable para una comunicación eficaz.

-Competencia discursiva: habilidad para comprender y producir textos orales y escritos coherentes (Gárate & Melero, 2018).

La competencia discursiva se refiere a la capacidad para comprender y producir textos orales y escritos extensos de manera coherente y cohesionada, combinando adecuadamente oraciones y párrafos para transmitir ideas de forma organizada (Gárate & Melero, 2018).

Implica habilidades como mantener el tema, usar conectores lógicos, manejar la progresión temática y estructuras textuales, adaptar el registro al género discursivo. Se desarrolla gradualmente desde la infancia hasta la vida adulta.

Su correcta adquisición permite elaborar y comprender textos de diverso tipo como narraciones, exposiciones, argumentaciones. Déficits en esta competencia conducen a producciones confusas, desorganizadas, de difícil seguimiento para el receptor.

Resumiendo, la capacidad para gestionar la información en unidades discursivas extensas, tanto oralmente como por escrito, es un aspecto central de la competencia comunicativa integral en cualquier lengua.

El desarrollo equilibrado y la integración efectiva de estos diversos componentes conforman la competencia comunicativa global en una lengua.

En la tabla 3 se muestra un resumen de los componentes clave de la competencia lingüística:

**Tabla 3.**

*Componentes y descripción de la competencia lingüística*

Componente	Descripción
<b>Competencia fonológica</b>	Capacidad para percibir y pronunciar adecuadamente sonidos del habla
<b>Competencia léxico-semántica</b>	Conocimiento del vocabulario y su significado
<b>Competencia gramatical</b>	Domino de reglas morfosintácticas de estructuración lingüística
<b>Competencia ortográfica</b>	Habilidad para escribir correctamente aplicando reglas de escritura
<b>Competencia pragmática</b>	Capacidad para adaptar el lenguaje según contexto comunicativo
<b>Competencia discursiva</b>	Habilidad para comprender y producir textos orales y escritos coherentes



## **4.2.-Desarrollo de la competencia lingüística en diferentes etapas educativas**

La competencia lingüística se va desarrollando progresivamente a lo largo de las distintas etapas del sistema educativo, partiendo de habilidades básicas durante la educación infantil y alcanzando niveles de desempeño cada vez más complejos en la edad adulta (Chomsky, 2022; Sánchez Miguel, 2020).

En la etapa de educación infantil (0-6 años), se sientan las bases del lenguaje oral mediante balbuceos, primeras palabras y combinación de vocabulario y estructuras gramaticales simples. Surgen incipientes habilidades de conciencia fonológica y comprensión lectora (Lepola et al., 2012).

De una forma detallada, se destaca:

De 0 a 3 años: balbuceos, primeras palabras, combinación de palabras simples, comprensión de órdenes sencillas (Chomsky, 2022; Hernández-Pérez & Ferrer-Cascales, 2022).

De 3 a 4 años: oraciones simples de 3-4 palabras, vocabulario básico, rimas y aliteraciones, reconocimiento de algunas letras y números (Lepola et al., 2012; Soria-Pastor et al., 2021).

De 4 a 5 años: oraciones más complejas con uso de tiempos verbales, pronombres, conjunciones, comprensión de cuentos simples, identificación de sonidos iniciales y finales en palabras (Pruden et al., 2022; Jackson et al., 2022).



De 5 a 6 años: vocabulario ampliado, conversaciones fluidas, narración de historias, lectura inicial de palabras y frases cortas, escritura de nombre propio (Lepola et al., 2012; Sánchez Miguel, 2020).

En conclusión, durante la educación infantil se adquieren progresivamente las bases del lenguaje oral, la conciencia fonológica inicial y la familiarización con la cultura escrita como preparación al aprendizaje lectoescritor.

Durante la educación primaria (6-12 años), se adquiere el código escrito a través de la lectoescritura y se sigue expandiendo el vocabulario, la gramática y la competencia textual. Se desarrolla la ortografía básica y la caligrafía (Kim et al., 2017).

Revisando por cursos de la etapa de educación primaria, se observa que:

De 6 a 7 años (1º primaria): adquisición del código alfabético, lectura y escritura de sílabas y palabras, vocabulario básico de lecturas, iniciación a la expresión escrita (Kim et al., 2017; Defior & Serrano, 2011).

De 7 a 8 años (2º primaria): lectura fluida de textos breves, escritura de oraciones simples con buena caligrafía, ortografía básica, comprensión lectora literal (Suárez-Coalla et al., 2014).

De 8 a 9 años (3º primaria): lectura independiente de cuentos, redacción de textos cortos coherentes, ortografía de reglas básicas, vocabulario en aumento (Kim et al., 2017).

De 9 a 10 años (4º primaria): lectura fluida de textos extensos, escritura creativa, ortografía de reglas complejas, resumen y síntesis de lecturas (Cano et al., 2018).

De 10 a 11 años (5º primaria): análisis y crítica de textos, producción de géneros narrativos y expositivos, dominio de la ortografía normativa, vocabulario especializado incipiente (Dockrell et al., 2007).

De 11 a 12 años (6º primaria): comprensión lectora avanzada, producción de textos argumentativos, afianzamiento ortográfico, vocabulario disciplinar básico, preparación a secundaria (Defior et al., 2015).

En síntesis, durante la educación primaria se adquiere el código escrito y se progresa hacia una competencia lingüística más elaborada en los planos léxico, textual y ortográfico.

En la educación secundaria (12-18 años), se alcanza un dominio avanzado del discurso oral y escrito, con estructuras sintácticas y géneros textuales más complejos. Se refina la ortografía y se incorpora vocabulario especializado (Dockrell et al., 2007).

De una forma detallada:

De 12 a 13 años (1º ESO): lectura analítica de textos literarios, producción de textos formales básicos, vocabulario especializado incipiente, perfeccionamiento ortográfico (Dockrell et al., 2007).

De 13 a 14 años (2º ESO): lectura de textos divulgativos, redacción de textos

argumentativos, estructuras morfosintácticas complejas, ampliación de léxico disciplinar (Dockrell et al., 2016).

De 14 a 15 años (3º ESO): comprensión de textos periodísticos y ensayos, producción de reseñas y trabajos de investigación, estilo formal avanzado, vocabulario preciso en cada disciplina (Dockrell et al., 2007).

De 15 a 16 años (4º ESO): análisis del discurso literario y no literario, síntesis de múltiples fuentes, fluidez verbal en exposiciones orales, léxico académico amplio (Ayala & Ocampo, 2018).

De 16 a 17 años (1º Bachillerato): comprensión de textos especializados, producción de géneros académicos complejos, vocabulario técnico abstracto, preparación a estudios superiores (Mulder et al., 2019).

De 17 a 18 años (2º Bachillerato): lectura experta de textos académicos, redacción de trabajos de investigación formales, vocabulario especializado por disciplinas, consolidación de competencia lingüística (Moreno-Fernández, 2019).

En conclusión, en la educación secundaria y el bachillerato se alcanza un dominio competente y especializado del discurso oral y escrito en diferentes campos del saber

Finalmente, en la etapa adulta se logra una competencia lingüística experta, con capacidad para utilizar registros formales/informales, comprender textos especializados, argumentar ideas, etc. (Chomsky, 2022).

El desarrollo de la competencia lingüística durante la escolarización, pues, ha sido ampliamente estudiado, determinando etapas y logros comunicativos esperados en cada rango de edad (Chomsky, 2022; Sánchez Miguel, 2020). Investigaciones recientes de Kim et al. (2023) mediante pruebas estandarizadas identificaron predictores tempranos en preescolares de 3-4 años -como vocabulario expresivo, memoria fonológica y habilidades motoras orales- que se asocian a una trayectoria más ágil de desarrollo morfosintáctico y discursivo entre los 5 y 7 años.

Otros estudios también sugieren la importancia de factores ambientales y pedagógicos que pueden acelerar o limitar la competencia lingüística. Por ejemplo, Soria-Pastor y colegas (2021) hallaron mejores destrezas narrativas en niños españoles de 4 años cuyos padres dedicaban mayor tiempo a la lectura conjunta en casa. Asimismo, una investigación longitudinal de Kim y Gabrieli (2024) reveló la importancia de incluir metodologías activas de aprendizaje de la lengua durante la educación primaria – como proyectos, dramatizaciones o debates– las cuales se asociaron a una mejora en medidas de fluidez lectora, cohesión textual y precisión gramatical al finalizar la etapa.

En conclusión, la investigación psicolingüística y pedagógica continúa esclareciendo los factores internos y ambientales que median una óptima progresión de las destrezas comunicativas orales y escritas desde la infancia hasta la vida adulta, con implicaciones para políticas educativas de estimulación temprana del lenguaje y mejora de las prácticas de enseñanza en este ámbito.

### **4.3.-Factores que influyen en la competencia lingüística**

Existen múltiples factores tanto internos como externos al individuo que pueden influir en mayor o menor medida en el grado de desarrollo alcanzado en las competencias lingüísticas, tanto oral como escrita (Foy & Mann, 2021; Pérez & Serrano, 2020).

Algunos de los más relevantes son:

-Neurobiología: la maduración neurológica de las áreas cerebrales vinculadas con el lenguaje, como áreas frontales, temporales y parietales, resulta esencial para la adquisición fonológica, léxica, gramatical y discursiva (Thomas et al., 2019).

La maduración neurológica típica de las áreas frontales, temporales y parietales del cerebro resulta esencial para la correcta adquisición de las competencias fonológica, léxico-semántica, gramatical y discursiva del lenguaje (Thomas et al., 2019). Por ejemplo, el desarrollo del giro frontal inferior izquierdo se relaciona con la producción verbal, el giro temporal superior con la comprensión auditiva, y el giro angular con la integración sintáctica. Una maduración atípica de estas áreas puede derivar en trastornos neurocognitivos del lenguaje.

-Experiencias tempranas: la estimulación lingüística recibida en los primeros 5-6 años mediante interacciones, lectura de cuentos, etc. sentará las bases para el posterior dominio comunicativo (Szűcs & Myers, 2020).

La estimulación lingüística en cantidad y calidad que el niño reciba durante los primeros 5-6 años de vida, mediante interacciones verbales enriquecedoras, lectura

compartida de cuentos, canciones, narraciones, tendrá un fuerte impacto modelador en el posterior desarrollo de su competencia comunicativa, sentando las bases neurales para un buen dominio lingüístico posterior (Szűcs & Myers, 2020). Los entornos empobrecidos limitan la adquisición de vocabulario, la conciencia fonológica y la familiarización con el lenguaje escrito.

-Entorno sociocultural: el contexto social y cultural en el que el niño se desenvuelve puede enriquecer u obstaculizar el desarrollo lingüístico, por ejemplo, mediante modelos adultos competentes (Huttenlocher et al., 2010).

Los entornos que estimulan el lenguaje mediante abundantes interacciones verbales, lectura compartida, respuestas contingentes a vocalizaciones del niño, y modelos adultos con un lenguaje competente, enriquecen su léxico, gramática y discurso (Leffel & Suskind, 2013). Por el contrario, ambientes con escaso intercambio comunicativo empobrecen el lenguaje infantil. El nivel socioeconómico también influye.

-Escolarización: La calidad de la instrucción lectoescritora formal recibida durante la etapa escolar resulta un factor decisivo que explica gran parte de las diferencias individuales en competencia lingüística, oral y escrita (Murphy, 2014). Una adecuada instrucción explícita en decodificación y comprensión lectora, reglas ortográficas, gramática y composición escrita, optimizará el desarrollo lingüístico académico, especialmente en el caso de una segunda lengua.

-Trastorno del neurodesarrollo: La presencia de trastornos neurocognitivos como la dislexia, el trastorno específico del lenguaje (TEL), el trastorno del procesamiento

auditivo o el trastorno del espectro autista, tienen un impacto negativo en distintos componentes de la competencia lingüística en mayor o menor grado (Rello et al., 2013). Por ejemplo, la dislexia afecta la ruta fonológica lectora, el TEL la morfosintaxis, el TPA la discriminación auditiva. Esto dificulta la adquisición fluida de habilidades comunicativas.

-Plurilingüismo: El contacto simultáneo con dos o más idiomas durante la primera infancia, como en niños de familias inmigrantes, puede inicialmente retrasar levemente hitos evolutivos lingüísticos como inicio del habla o vocabulario, dada la carga cognitiva extra (Puigvert et al., 2020). Pero a largo plazo el bilingüismo o plurilingüismo temprano confiere ventajas neurocognitivas asociadas a mayor flexibilidad, memoria de trabajo, control inhibitorio y conciencia metalingüística.

En síntesis (tabla 4), la competencia lingüística se ve influida por múltiples factores neurobiológicos, ambientales, educativos y experienciales a lo largo del ciclo vida

**Tabla 4.**

*Factores internos y externos.*

Factores internos	Factores externos
<b>Neurobiología y maduración de áreas cerebrales del lenguaje</b>	Estimulación lingüística temprana
<b>Presencia de trastornos del neurodesarrollo</b>	Calidad de la escolarización e instrucción lectoescritora
<b>Contacto con dos o más idiomas (bilingüismo/plurilingüismo)</b>	Entorno sociocultural y modelos lingüísticos adultos

<b>Experiencias significativas relacionadas con el lenguaje</b>	Nivel socioeconómico
<b>Motivación e interés por la lectura y escritura</b>	Método de enseñanza de la lectoescritura
<b>Memoria operativa y funciones ejecutivas</b>	Recursos educativos disponibles
<b>Estilo cognitivo</b>	Tamaño de la clase y ratio profesor/alumno





## **CAPÍTULO 5.-APRENDIZAJE DE LA ORTOGRAFÍA**

**5.1.-Importancia del aprendizaje de la ortografía en el desarrollo de habilidades lingüísticas**

**5.2.-Factores cognitivos y neurobiológicos involucrados en el aprendizaje de la ortografía**

**5.3.-Estrategias pedagógicas efectivas para enseñar ortografía**

**5.4.-Evaluación y retroalimentación en el aprendizaje de la ortografía**

## **Introducción**

El aprendizaje de la ortografía constituye uno de los pilares fundamentales dentro de la adquisición de las habilidades lingüísticas, especialmente de la expresión escrita. Dominar las reglas ortográficas es esencial para que los estudiantes puedan comunicarse correctamente por escrito.

En este capítulo se profundizará en distintos aspectos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la ortografía. En primer lugar, se destacará la importancia que tiene el correcto dominio de las reglas ortográficas en el desarrollo de las competencias lingüísticas de los alumnos.

Posteriormente, se abordarán los factores cognitivos y neurobiológicos que interactúan en el proceso de aprendizaje de la ortografía. Aspectos como la memoria, la percepción o las redes neuronales involucradas serán analizados.

Asimismo, se revisarán las estrategias pedagógicas más efectivas que ha demostrado la investigación educativa para la enseñanza de la ortografía. Se profundizará en métodos como el uso de la imagen visual, la copia repetida de palabras, los dictados espaciados o los ejercicios de completar huecos. Por último, se ofrecerán pautas y recomendaciones para realizar una correcta evaluación y retroalimentación del aprendizaje ortográfico de los estudiantes. Se trata de un aspecto clave para afianzar los conocimientos.

En definitiva, un capítulo completo que recorrerá las claves del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ortografía desde una perspectiva cognitiva y neuroeducativa.

## **5.1.-Importancia del aprendizaje de la ortografía en el desarrollo de habilidades lingüísticas**

El correcto dominio de las reglas ortográficas resulta fundamental para el desarrollo de las habilidades lingüísticas, especialmente de la expresión escrita (González y Cuetos, 2017). Cuando un estudiante comete faltas de ortografía en sus textos escritos, se pueden generar diversos problemas tanto para el emisor como para el receptor del mensaje.

Por un lado, desde el punto de vista del emisor, denota cierto descuido y falta de precisión a la hora de codificar el mensaje escrito. Transmite una imagen de escaso dominio del código lingüístico que resta credibilidad (García, 2019).

Por otro lado, para el receptor dificulta la comprensión al introducir ruido e imprecisiones en el mensaje. Esto obliga a un sobreesfuerzo interpretativo que en ocasiones puede conducir a ambigüedades y confusiones (Pérez, 2020). En casos extremos de gran cantidad de faltas, el mensaje puede volverse ininteligible (López, 2018).

Además, las faltas de ortografía introducen una barrera comunicativa, ya que el lector puede percibir al emisor como una persona con un bajo nivel cultural y educativo.

En definitiva, el inadecuado dominio de las reglas ortográficas afecta negativamente tanto al proceso de codificación del emisor como al proceso de decodificación del receptor. Por todo ello, conseguir un correcto aprendizaje de la ortografía debe

situarse como un objetivo prioritario dentro de cualquier programa educativo que pretenda desarrollar competencias lingüísticas, en especial de expresión escrita.

Investigaciones recientes (Farias et al., 2019; Rodríguez, 2021; García, 2022; López, 2020; Álvarez, 2023) han demostrado que el nivel de competencia ortográfica está directamente relacionado con la calidad de los textos escritos que producen los estudiantes. Es decir, a mejor dominio de las normas ortográficas, mejores resultados en redacciones, composiciones escritas y otro tipo de producciones lingüísticas.

Los estudios señalan que los alumnos con mejor ortografía elaboran textos más coherentes, cohesionados y precisos (Rodríguez, 2021). Manejan un vocabulario más rico y técnico (García, 2022), construyen frases más complejas sintácticamente (López, 2020) y cometen menos errores gramaticales (Álvarez, 2023).

Por el contrario, los estudiantes con peor competencia ortográfica muestran dificultades para articular ideas complejas en sus escritos, tienden a usar frases simples y un vocabulario elemental, y sus textos adolecen de imprecisiones léxicas y gramaticales (Farias et al., 2019).

En definitiva, la investigación neurolingüística confirma que un adecuado aprendizaje de la ortografía se transfiere directamente en una mejora de la capacidad para construir textos escritos de calidad, ampliando el repertorio expresivo de los estudiantes.

Otros autores señalan que cuando un alumno tiene dificultades en ortografía, suele mostrar también problemas en habilidades como la lectura y la expresión oral

(Donfrancesco et al., 2019; Sánchez, 2023; Martínez, 2023). Por ejemplo, es habitual que los disléxicos que tienen mala ortografía, también presenten dificultades en la decodificación lectora y en la articulación verbal (Rodríguez, 2023).

Estudios recientes demuestran la comorbilidad existente entre los trastornos de aprendizaje de la lectura, la escritura y el habla (Sánchez, 2023). Cuando fallan los procesos neurocognitivos responsables de la ortografía, suelen verse afectadas también otras áreas relacionadas con el lenguaje (Martínez, 2023).

En la dislexia, por ejemplo, los déficits fonológicos que dificultan la representación correcta de los fonemas se asocian tanto a problemas en el reconocimiento de palabras escritas como en su articulación oral (Rodríguez, 2023).

Por todo ello, la investigación neurolingüística confirma la estrecha vinculación entre el aprendizaje de la ortografía y el desarrollo de competencias comunicativas orales y escritas. Un problema en la codificación ortográfica suele correlacionar con dificultades también en la lectura y el habla.

En definitiva, la investigación neurolingüística ha demostrado la estrecha vinculación que existe entre el aprendizaje de la ortografía y el desarrollo de competencias comunicativas tanto orales como escritas (Moreno-Flagge, 2019). Por ello, dominar las reglas ortográficas se convierte en un requisito imprescindible para que los estudiantes puedan desarrollar plenamente sus habilidades lingüísticas y alcancen una correcta competencia comunicativa oral y escrita.

## **5.2.-Factores cognitivos y neurobiológicos involucrados en el aprendizaje de la ortografía**

El aprendizaje de la ortografía es un proceso complejo que implica la interacción de diversos factores cognitivos y neurobiológicos.

A nivel cognitivo, la memoria desempeña un papel fundamental (Martínez, 2021; Ruiz, 2022). El alumno debe ser capaz de retener en su memoria a largo plazo la forma escrita correcta de palabras como "hortaliza", "adyacente", "prohibición", "excepción" o "responsabilidad" (González, 2020). Esto requiere codificar, almacenar y recuperar eficazmente la información ortográfica (López, 2022; Gómez, 2021).

La memoria a largo plazo permite el almacenamiento permanente de los patrones ortográficos una vez han sido aprendidos. Por ejemplo, recordar que "hortaliza" se escribe con "z" y no con "s", o que "excepción" lleva tilde (Pérez, 2023). También posibilita recuperar reglas ortográficas memorizadas previamente, como la norma para la acentuación de palabras agudas, llanas y esdrújulas (Sánchez, 2021).

En definitiva, la consolidación a largo plazo de las representaciones ortográficas correctas es crucial para automatizar el uso convencional de la escritura y minimizar los errores ortográficos (Rodríguez, 2020). La memoria juega así un rol central en el aprendizaje efectivo de la ortografía.

Otras habilidades cognitivas importantes son la percepción visual para discriminar letras como "m" y "n", y patrones ortográficos como "g" y "j" o "b" y "v" (García, 2020;

Fernández, 2021); la conciencia fonológica para vincular fonemas y grafemas, por ejemplo, los sonidos /p/, /e/ y /k/ con las letras "p", "e" y "c" que forman la palabra "peca" (Rodríguez, 2023; López, 2022); y las funciones ejecutivas como la atención para enfocarse en aplicar reglas de acentuación en palabras agudas ("canón"), llanas ("lápiz") y esdrújulas ("cántaro"), o decidir el uso de letras "s", "c", "z" o "cc" según el contexto (Pérez, 2021; Gutiérrez, 2020).

La percepción visual permite reconocer diferencias sutiles entre letras con grafías semejantes, como "a" y "e", que resulta esencial para una escritura correcta (Martínez, 2022). La conciencia fonológica, relacionando sonidos y letras, es necesaria para representar adecuadamente los fonemas (Ruiz, 2021). Por su parte, la atención sostenida hacia las reglas de ortografía ayuda a su uso apropiado y consistente (Álvarez, 2019). Con todo esto, la integración de información visual, fonológica y semántica mediante procesos cognitivos es clave en el aprendizaje efectivo de la escritura convencional.

Desde el punto de vista neurobiológico, se han identificado varias regiones cerebrales activadas durante el aprendizaje ortográfico. El procesamiento visual de letras activa el cortex occipital (Sánchez, 2022; Martínez, 2020), específicamente el giro fusiforme permite reconocer la forma de grafemas como la "a" o la "ñ" (Gómez, 2021). Por otro lado, la codificación fonológica involucra áreas temporales como la cisura de Silvio (Gutiérrez, 2021; López, 2019), crucial para vincular sonidos como /b/ y /a/ con las letras que los representan en la palabra "barco" (Pérez, 2022).

Otras zonas relacionadas son la unión temporo-parietal, para integrar información



sensorial e identificar palabras (Fernández, 2020), y el giro angular, implicado en la recuperación del conocimiento ortográfico almacenado en la memoria (Rodríguez, 2021).

En definitiva, durante el aprendizaje de la escritura se activan múltiples áreas cerebrales de manera coordinada para analizar, integrar y consolidar la representación correcta de las palabras según las convenciones ortográficas (Ruiz, 2023).

La memoria a largo plazo depende especialmente del funcionamiento del hipocampo (Martínez, 2023; Gutiérrez, 2021), permitiendo la consolidación duradera de representaciones ortográficas como la palabra "biblioteca" en las conexiones neuronales (Pérez, 2020). También se activan zonas frontales como el giro frontal inferior, relacionadas con la aplicación de reglas ortográficas (Moreno, 2020; Fernández, 2022), por ejemplo, para determinar el uso de "g" o "j" según la norma ante vocal "e" e "i" (López, 2021).

La maduración de la sustancia blanca, que continúa durante la adolescencia, facilita la comunicación entre estas áreas y la automatización de palabras al integrarlas en la memoria (Ruiz, 2019). Las conexiones entre córtex frontal, temporal y occipital resultan así esenciales para afianzar el conocimiento ortográfico (Sánchez, 2017).

En conclusión, la activación coordinada de regiones cerebrales vinculadas a la memoria, percepción y aplicación de reglas es fundamental en el aprendizaje efectivo de la ortografía convencional.

En resumen (tabla 5), integrar correctamente la información visual, fonológica y semántica de las palabras mediante complejos circuitos neuronales, así como consolidar esas representaciones en la memoria, son procesos clave en el aprendizaje de la ortografía.

**Tabla 5.**

*Factores cognitivos y neurobiológicos en el aprendizaje de la ortografía*

Factor	Descripción
<b>Memoria</b>	Retención de la forma escrita de las palabras en la memoria a largo plazo
<b>Percepción visual</b>	Discriminación de letras y patrones ortográficos
<b>Conciencia fonológica</b>	Vinculación de fonemas y grafemas
<b>Atención</b>	Enfoque en reglas ortográficas
<b>Córtex occipital</b>	Procesamiento visual de letras
<b>Áreas temporales</b>	Codificación fonológica
<b>Hipocampo</b>	Consolidación en la memoria a largo plazo
<b>Áreas frontales</b>	Aplicación de reglas ortográficas

### **5.3.-Estrategias pedagógicas efectivas para enseñar ortografía**

La enseñanza de la ortografía ha sido tradicionalmente basada en la memorización de reglas y la repetición mecánica. Sin embargo, en los últimos años se han propuesto estrategias más efectivas centradas en el aprendizaje significativo y activo del alumno.

Una de las estrategias recomendadas es la reflexión fonológica y morfológica (García, 2019). Esta consiste en que los estudiantes realicen un análisis de los sonidos que componen las palabras para detectar posibles dificultades ortográficas. Por ejemplo, identificar que la palabra "hormiga" empieza con el sonido /h/, lo cual explica que se escriba con h. También implica reflexionar sobre el significado de las palabras y su estructura morfológica para entender el uso de ciertas grafías. En el caso de "hormiga", los alumnos pueden analizar que proviene etimológicamente del latín "formica", lo cual justifica el uso de la letra g.

Este tipo de estrategia promueve que los estudiantes no aprendan la ortografía de manera mecánica, sino que comprendan los principios que subyacen a las reglas ortográficas. Así, los alumnos establecen relaciones significativas entre los sonidos, el origen etimológico y el uso correcto de las letras. El análisis fonológico y morfológico requiere la guía del docente mediante preguntas que orienten la reflexión. También implica motivar a los estudiantes a investigar y deducir las razones que explican la ortografía de las palabras más allá de memorizar reglas arbitrarias. En definitiva, se trata de una estrategia activa y contextualizada para lograr un aprendizaje profundo y duradero de la ortografía.

Otra estrategia eficiente es el uso de dictados interactivos (Rodríguez, 2020). A diferencia del dictado tradicional donde el docente dicta y los alumnos escriben de forma pasiva e individual, en esta metodología el dictado se convierte en una actividad colectiva y reflexiva. El profesor va dictando palabras o frases cortas y después de escribirlas, los estudiantes discuten en conjunto sobre la ortografía de aquellas palabras que presentan alguna dificultad. Por ejemplo, al dictar la palabra "hasta", el maestro se detiene y pregunta a la clase qué grafía deben utilizar, si con h o sin ella. Esto promueve que los alumnos intercambien sus hipótesis, contrasten posibles reglas ortográficas, busquen patrones y lleguen entre todos a un consenso.

De esta manera, el dictado interactivo convierte la ortografía en objeto de reflexión y construcción conjunta de conocimiento, en lugar de una imposición magistral. Los estudiantes se involucran activamente, potencian habilidades comunicativas y aprenden a regular sus propios errores de forma colaborativa. El docente guía el proceso con preguntas y retroalimentación orientadora. En conclusión, esta metodología resulta muy enriquecedora para un aprendizaje significativo de la ortografía.

También se recomienda el aprendizaje situado en contextos reales de escritura (Pérez, 2021). En lugar de hacer que los alumnos memoricen listas de palabras sueltas sin contexto, esta estrategia propone que los estudiantes apliquen sus conocimientos ortográficos en la redacción de textos completos y significativos. Por ejemplo, se les puede pedir que escriban cartas o correos electrónicos destinados a un receptor real, donde tengan que utilizar adecuadamente las reglas de acentuación y puntuación. Otra opción es que elaboren textos informativos sobre temas de estudio

donde apliquen correctamente uso de mayúsculas, grafías, etc.

El aprendizaje situado en contextos reales de escritura ancla las reglas ortográficas en usos comunicativos que los alumnos comprenden. Así, interiorizan la relevancia de la ortografía para transmitir ideas de forma clara y eficaz. Además, esta estrategia permite al docente detectar errores recurrentes en la producción escrita de los estudiantes y brindar retroalimentación oportuna. En conclusión, vinculando la enseñanza de la ortografía con situaciones de comunicación real, se logra un aprendizaje significativo que trasciende la repetición mecánica.

En definitiva, las estrategias modernas buscan que los alumnos sean parte activa de su aprendizaje ortográfico, reflexionando y aplicando sus conocimientos en contextos reales de comunicación.

#### **5.4.-Evaluación y retroalimentación en el aprendizaje de la ortografía**

La evaluación y retroalimentación constantes son elementos clave en la enseñanza efectiva de la ortografía. A diferencia de la creencia tradicional de que el aprendizaje ortográfico se logra solo a través de la memorización y la repetición mecánica (Camps, 2005), hoy se sabe que los estudiantes aprenden mejor cuando reciben feedback y tienen oportunidades de auto-corregirse (Rodríguez, 2020).

La evaluación diagnóstica al inicio del proceso permite al docente determinar los conocimientos previos y dificultades específicas que presenta cada alumno (Pérez, 2021). Por ejemplo, detectar que un estudiante presenta dudas para distinguir el uso de "b" y "v". Con esta información, el profesor puede planificar actividades diferenciadas y apoyos personalizados.

Durante el proceso, la evaluación formativa mediante dictados breves, escritura de palabras y revisión de textos, facilita detectar errores recurrentes y aclarar dudas sobre reglas ortográficas (García, 2019). Por ejemplo, verificar que un alumno escribe sistemáticamente "halla" en lugar de "haya", para trabajar específicamente el uso de la y.

La retroalimentación efectiva no se limita a indicar lo incorrecto, sino que orienta a los estudiantes sobre cómo determinar la grafía apropiada (Rodríguez, 2018). En lugar de simplemente marcar las palabras mal escritas, el docente puede hacer preguntas que estimulen la reflexión y la autoregulación de los alumnos, como "¿qué te hace pensar que lleva esa letra?" o "¿cómo podrías verificar si esa palabra lleva b o v?"

(Pérez, 2020). De esta manera se promueve que los propios estudiantes analicen y corrijan sus errores ortográficos de forma autónoma.

Otra estrategia útil de retroalimentación es pedir la reescritura correcta de las palabras que el alumno haya escrito de forma incorrecta previamente (García, 2021). Esto permite la autocorrección inmediata y un aprendizaje mucho más significativo, en lugar de solo indicar el error. En definitiva, dar retroalimentación efectiva en ortografía va más allá de señalar lo incorrecto; requiere guiar a los estudiantes para que desarrollen habilidades metacognitivas y regulen sus propios procesos de escritura.

Al final, una evaluación sumativa integradora a través de textos completos permite verificar el progreso integral. Los estudiantes deben aplicar sus conocimientos ortográficos en contextos reales de escritura.

En conclusión, la evaluación y retroalimentación frecuentes son imprescindibles para que los alumnos interioricen estrategias de autorregulación ortográfica, superen errores y alcancen un dominio profundo.

Una vez concluido este marco teórico, y a modo de resumen, podemos decir que el capítulo 1 se ha enfocado en sentar las bases conceptuales de la neurociencia como disciplina que estudia la estructura y funcionamiento del sistema nervioso, específicamente el cerebro. Introduce conceptos fundamentales como la plasticidad cerebral, entendida como la capacidad de cambio y reorganización de las conexiones neuronales ante diferentes estímulos y experiencias. Asimismo, describe la sinapsis o transmisión química de información entre neuronas mediante neurotransmisores. También se han revisado técnicas esenciales para el estudio del cerebro como las diversas modalidades de neuroimagen, que permiten obtener representaciones in vivo de la actividad y la estructura cerebral.

Por otra parte, el capítulo 1 reseña las contribuciones de eminentes neurocientíficos como Santiago Ramón y Cajal, considerado el padre de la neurociencia moderna por sentar las bases de la teoría neuronal; Eric Kandel, nobel de medicina por sus investigaciones sobre memoria y plasticidad sináptica; o Rodrigo Quiñan Quiroga, referente en el estudio de las denominadas "neuronas de concepto" involucradas en la formación de representaciones semánticas en la memoria.

Posteriormente, se conceptualiza la neuroeducación como campo interdisciplinar emergente que busca crear puentes entre la investigación en neurociencia y el área aplicada de la educación, con el propósito de informar y optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje. En paralelo, se define la neurodidáctica como disciplina enfocada en la aplicación directa de conocimientos neurocientíficos para mejorar la práctica pedagógica concreta en el contexto del aula.



Con todo esto, el capítulo 1 establece bases sólidas sobre la neurociencia y su creciente conexión con el área educativa a través de disciplinas como la neuroeducación y la neurodidáctica, sentando así el terreno conceptual para los siguientes capítulos aplicados a procesos neurocognitivos específicos de relevancia pedagógica.

Por otra parte, el capítulo 2, se centra en analizar los fundamentos neurocientíficos del aprendizaje de la escritura normativa desde una perspectiva cognitiva y neurolingüística. Inicialmente, describe la participación de diversas áreas cerebrales que se activan durante la realización de tareas de lectoescritura, como el reconocimiento visual de letras, la conversión grafema-fonema, el procesamiento fonológico, la aplicación de reglas ortográficas y la consolidación de representaciones léxicas en la memoria a largo plazo.

Entre las regiones corticales mencionadas destacan el giro fusiforme, la corteza perisilviana izquierda, la unión temporoparietal, el giro frontal inferior, áreas motoras frontales y la corteza prefrontal dorso-lateral. Asimismo, se mencionan las conexiones por sustancia blanca entre estas zonas, como el fascículo arqueado. También se revisa el rol del hipocampo en la estabilización de la memoria ortográfica declarativa.

A continuación, en este capítulo se reseñan diversos estudios recientes en el campo de la neuroimagen funcional y estructural, que han permitido cartografiar con mayor precisión las redes neurales implicadas en el reconocimiento de palabras, la conversión fonema-grafema y el procesamiento fonológico durante la lectoescritura, aportando nuevas luces sobre las bases biológicas de la adquisición de este complejo

aprendizaje lingüístico durante la infancia. Por tanto, el capítulo 2 sienta sólidas bases neurocientíficas sobre los correlatos neuronales y procesos cognitivos involucrados específicamente en el dominio de la ortografía normativa, reforzando la relevancia de comprender estos sustratos biológicos para mejorar la enseñanza de la escritura convencional.

El Capítulo 3 se enfoca en la neurodidáctica, un campo emergente que busca mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante la aplicación de conocimientos derivados de la neurociencia cognitiva y la neuropsicología. En primer lugar, describe sus principios centrales, como considerar las emociones y la motivación del alumno, promover su participación activa, ajustar la enseñanza a las características del desarrollo cerebral, o crear ambientes educativos enriquecidos que potencien la plasticidad neuronal adaptativa.

Posteriormente, se ejemplifican diversas estrategias neurodidácticas específicas para el aula, como el aprendizaje multisensorial, los mapas mentales, el role playing, el neurofeedback y los proyectos de aprendizaje situado, explicando en cada caso cómo aprovechan los mecanismos naturales de funcionamiento cerebral para mejorar la docencia.

Luego, el capítulo profundiza en la relevancia de incorporar principios neurodidácticos para la enseñanza de habilidades lingüísticas fundamentales como la lectoescritura, la ortografía o la expresión oral. Se reseñan múltiples sugerencias en esta línea, como personalizar el andamiaje docente, implementar retroalimentación correctiva oportuna, o diseñar actividades comunicativas grupales que activen circuitos

cerebrales socioafectivos.

Finalmente, el capítulo logra aterrizar el marco teórico neurocientífico previo en directrices concretas que los docentes pueden aplicar en el día a día de sus clases para enseñar de una manera más efectiva, significativa y respetuosa de los procesos innatos de aprendizaje del cerebro humano.

El Capítulo 4 se enfoca en caracterizar la progresión en la adquisición de la competencia lingüística a lo largo de las sucesivas etapas por las que transita todo estudiante, desde la educación infantil hasta la vida adulta. Inicialmente conceptualiza esta competencia comunicativa integral y sus diversos componentes, como el desarrollo fonológico, léxico, gramatical, pragmático y discursivo.

Luego describe hitos específicos en cada rango del ciclo vital, como la aparición de los primeros balbuceos y palabras aisladas en los primeros años, la consolidación de la gramática básica y el vocabulario de uso frecuente durante la etapa escolar, hasta alcanzar un lenguaje experto, rico en matices y vocabulario especializado durante la adultez.

Posteriormente, el capítulo revisa factores neurobiológicos, cognitivos, ambientales y pedagógicos que mediatizan en mayor o menor medida la optimización de esta competencia comunicativa a lo largo del ciclo vital. Por ejemplo, la estimulación lingüística temprana en casa, la calidad de la instrucción lectoescritora recibida, o la presencia de dificultades neurocognitivas como la dislexia.

Finalmente, se reseñan estudios recientes que correlacionan variables precursoras como vocabulario preescolar o memoria fonológica con posterior competencia morfosintáctica, subrayando la importancia de potenciar pedagógicamente estos factores tempranos. En síntesis, una completa revisión del desarrollo comunicativo típico y sus posibles mediadores.

Finalmente, el Capítulo 5 se enfoca en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ortografía normativa desde una perspectiva neurocognitiva. Inicia destacando la relevancia de dominar las reglas ortográficas para el adecuado desarrollo de la competencia comunicativa escrita.

Luego pasa a analizar distintos factores cognitivos esenciales, como la memoria visual y verbal, la percepción de patrones visuales, la conciencia fonológica y las funciones ejecutivas; así como sustratos neurales implicados, entre los que menciona el giro fusiforme, la corteza temporal, parietal y frontal.

Posteriormente, el texto revisa estrategias didácticas activas que promueven un aprendizaje significativo de la ortografía, como la reflexión fonológico-morfológica sobre las palabras, los dictados interactivos centrados en el análisis colectivo, o producciones escritas situadas en contextos comunicativos reales.

Por último, el capítulo enfatiza en la necesidad de llevar a cabo una evaluación y retroalimentación constantes durante la enseñanza de la ortografía, detectando errores frecuentes en los alumnos y guiándolos mediante scaffolding en la autorregulación de sus procesos de escritura.

En síntesis, un análisis de aspectos didácticos clave vinculados al aprendizaje de este importante cimiento de la competencia comunicativa escrita que es la ortografía normativa de la propia lengua.

En su conjunto, en el marco teórico se ha intentado, realizar un completo recorrido desde los conceptos básicos de la neurociencia hasta las aplicaciones pedagógicas más novedosas que esta disciplina está aportando al campo educativo. Se exploran las bases biológicas del aprendizaje humano, los procesos neurocognitivos implicados en habilidades como el lenguaje y la ortografía, los principios que deben orientar la enseñanza según la neurodidáctica, así como el progresivo dominio lingüístico durante las etapas educativas y los factores que median su optimización.

Lo que me parece más destacable, es la creciente evidencia científica sobre la plasticidad cerebral y la capacidad de moldeamiento que tienen las experiencias de aprendizaje sobre nuestro cerebro. Queda claro que la enseñanza y los ambientes educativos deben aprovechar de forma ética esta maleabilidad neural para potenciar un desarrollo cognitivo, emocional y social pleno en los estudiantes.

Asimismo, resulta interesante constatar cómo han evolucionado las concepciones sobre el aprendizaje humano, transitando desde modelos asociacionistas mecanicistas hasta modernas nociones de aprendizaje situado, significativo y colaborativo, que la neurociencia actual está respaldando al demostrar su mayor efectividad e impacto a nivel cerebral.

En síntesis, un texto que deja en evidencia el enorme potencial de la integración

creciente entre neurociencia y educación, a través de disciplinas puente como la neuropsicología educativa y la neurodidáctica. Queda claro que los educadores debemos nutrirnos de estos avances interdisciplinarios para mejorar nuestras intervenciones formativas.



## **SEGUNDA PARTE:**

### **MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.**





## **CAPÍTULO 6.-DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **6.1.-Contexto**

### **6.2.-Objetivos**

### **6.3.-Hipótesis**

### **6.4.-Paradigma y metodología adoptados**

## **Introducción**

El diseño de investigación constituye una fase crucial en todo estudio científico, ya que permite planificar sistemáticamente la estrategia que se seguirá para responder a las preguntas y objetivos planteados en torno al aprendizaje de la ortografía y sus implicaciones neurodidácticas.

En capítulos previos se sentaron las bases teóricas analizando conceptos clave como los fundamentos de la neurociencia, la neuroeducación y la neurodidáctica; los correlatos neurales del aprendizaje ortográfico; los principios neurodidácticos y su aplicación en estrategias pedagógicas concretas; el desarrollo de la competencia lingüística en diversas etapas educativas; así como aspectos cognitivos, neurobiológicos y didácticos específicos asociados a la adquisición de la ortografía normativa.

Tomando esto como punto de partida, en el presente capítulo se delinea el diseño metodológico de la investigación, determinando aspectos cruciales como enfoque epistemológico, alcance y propósito del estudio, definición conceptual y operacional de variables relevantes, contexto y participantes, instrumentos y procedimientos para recolectar y analizar los datos en relación a las hipótesis y dimensiones de interés; así como consideraciones éticas a tener en cuenta durante el proceso investigativo.

Se espera así dar continuidad al rigor del proceso investigativo, permitiendo posteriormente en la fase de implementación poner a prueba en la realidad educativa las hipótesis planteadas en torno a la existencia de implicaciones neurodidácticas en el aprendizaje ortográfico del español como segunda lengua.

## 6.1.-Contexto de investigación.

Guinea Ecuatorial es un crisol de etnias, culturas y lenguas. Como señalan Manso y Bibang (2014), además de las oficiales, se hablan siete lenguas autóctonas de la familia bantú (*bubi, benga, ndowe, baseke, balengue, bisio y fang*), el criollo portugués (*fa d’ambo*) y el *pidgin* inglés que “conviven con otras lenguas de relación (árabe, ruso, chino, coreano, hausa, yuruba, ghanés, beninua) de aquellos que llegan al país por cuestiones laborales” (Morgades Besari, 2005). Según Gomashie (2019) y Simons y Fennig (2018), en Guinea Ecuatorial hablan español unas 787.000 personas, el fang 624.000, el *pidgin* 76.000, mientras que el resto de lenguas autóctonas apenas suman 89.000 hablantes. A pesar de no disponer de estadísticas oficiales, se calcula que el 85 % de la población ecuatoguineana habla español con cierto nivel de competencia, aunque su distribución no es homogénea. La extensión del español sigue avanzando. Sirve de lengua franca interétnica necesaria por razones de identidad, para la comunicación internacional, para la enseñanza y la política. Molina Martos (2019) considera que “Guinea Ecuatorial se encuentra a la cabeza de las naciones africanas que han conseguido convertir con éxito la lengua de la colonia en instrumento de comunicación nacional”. Por último, hay que reseñar que El español ecuatoguineano no es un dialecto acriollado, aunque disponga, en palabras de Lipski (2007), de rasgos característicos que diferencian su fonética de la española. Así, mientras en el español de España se distinguen dos fonemas laterales, uno linguoalveolar /l/ y otro linguopalatal /ʎ/, representados por las grafías l y ll, en Guinea Ecuatorial el fonema lateral palatal /ʎ/ no existe, sus manifestaciones fonéticas se confunden con la semiconsonante /y/. De igual modo, tampoco hay oposición entre los fonemas vibrantes /r/ y /rr/. Son frecuentes la práctica del yeísmo,

del seseo, las sustituciones de [r/l] o de [r/Ṛ] y, como ocurre en el bubi y en el annobonés, se pronuncia el fonema labiodental sonoro /v/ en oposición a /b/ .

El contexto espacial en el que se desarrollará esta investigación lo constituyen la ciudad de Malabo, capital de la República, y la ciudad de Bata, capital de la Región Continental de Guinea Ecuatorial, ubicada en el área litoral del Río Muni. Se trata de las ciudades más pobladas del país.

Ambas ciudades cuentan con la mayor concentración de centros educativos del territorio nacional, lo cual facilita la implementación del estudio. La diversidad de instituciones educativas, tanto públicas como privadas, permite contemplar una muestra amplia y variada de estudiantes en la etapa de Educación Primaria.

Asimismo, la relativa cercanía geográfica entre los distintos puntos de la ciudad viabiliza la movilización entre centros para la aplicación de instrumentos a los participantes. Cabe destacar también que Bata es uno de los mayores centros de desarrollo económico de Guinea Ecuatorial, facilitando la disposición de recursos e insumos necesarios para el trabajo de campo.

Por otro lado, el factor lingüístico resulta relevante dado que la lengua materna mayoritaria es el fang, sin embargo, en Malabo se concentra un núcleo importante de población bubi y en Bata de ndowe. Todos utilizan el español como segunda lengua vehicular en contextos sociales, educativos y comerciales. Esto permite estudiar particularidades en el aprendizaje de la ortografía del español como lengua extranjera en términos neurodidácticos.

Por todo esto, las ciudades de Bata y Malabo representan un contexto idóneo para investigar los elementos neurodidácticos implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional del español como segunda lengua en estudiantes de primaria de Guinea Ecuatorial, por factores geográficos, demográficos, educativos y lingüísticos.

## 6.2.-Introducción al problema.

El aprendizaje de una segunda lengua conlleva la adquisición de diversos elementos lingüísticos que permitirán al estudiante comunicarse de manera efectiva. Uno de estos componentes cruciales es el dominio de las convenciones ortográficas, las cuales posibilitan codificar y decodificar adecuadamente el código escrito (Rello & Baeza-Yates, 2017).

Sin embargo, diversos estudios realizados en el contexto latinoamericano han constatado las dificultades que experimentan los educandos a la hora de consolidar eficientemente aspectos normativos de la escritura como la acentuación, uso de grafemas particulares o aplicación de reglas ortográficas propias de la lengua española (González & Cuetos, 2017; Farias et al., 2019).

Esta problemática parece acentuarse en escenarios donde el idioma se adquiere como segunda lengua, como es el caso de miles de estudiantes ecuatoguineanos para quienes el español constituye principal medio de instrucción escolar. En efecto, investigaciones previas han constatado vacíos en el dominio de convenciones ortográficas básicas en dicha población estudiantil (Miche et al., 2019; Asonga & Bello, 2020).

Ante este panorama, resulta pertinente analizar en profundidad los factores implicados en dichas dificultades para el aprendizaje ortográfico, específicamente desde una perspectiva neuroeducativa poco explorada en este contexto hasta el momento. De allí que el problema de investigación quedó formulado como: **¿Existen**

**elementos neurodidácticos implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional del español como lengua extranjera en estudiantes ecuatoguineanos de educación primaria?**

De responderse afirmativamente, se sentarían bases para el diseño de intervenciones pedagógicas, materiales educativos y programas de formación docente mejor ajustados a la dinámica cerebral de consolidación de este aprendizaje lingüístico específico en niños de lengua materna fang, lo cual redundaría en un dominio más efectivo de las reglas ortográficas del idioma español.

### **6.3.-Objetivos.**

Los objetivos de investigación constituyen los propósitos y las metas que se pretenden alcanzar con el desarrollo del estudio (Baptista Lucio, Fernández Collado & Hernández Sampieri, 2014). Delimitan el foco concreto de la indagación, y la profundidad con que se abordará la problemática descrita en torno al aprendizaje neurodidáctico de la ortografía del español como segunda lengua.

En función de la pregunta de investigación y el fin de determinar la existencia de implicaciones neuroeducativas en la adquisición de convenciones ortográficas del español en escolares ecuatoguineanos, se establece como objetivo general **Analizar los elementos neurodidácticos implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, del alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria.**

La importancia de este objetivo radica en la necesidad de caracterizar cabalmente los mecanismos cognitivos y redes neurales activados durante la retención de regularidades propias de la escritura normativa en español, considerando las posibles particularidades dadas en un contexto de adquisición como segunda lengua. El carácter novedoso del enfoque neurodidáctico podría revelar factores psicobiológicos facilitadores u obstaculizantes hasta ahora poco estudiados.

Su logro significaría identificar lineamientos neuroeducativos que permitan, de un lado, diseñar estrategias didácticas, materiales y recursos mejor alineados al funcionamiento cerebral de estos estudiantes; y del otro, sentar bases de un modelo



psicopedagógico específico para la enseñanza ortográfica en escenarios multilingües comparables a nivel internacional (Sánchez Miguél, 2021; Davis, 2022; Miche et al., 2019).

Respecto de los objetivos específicos representan metas operativas que delimitan acciones concretas para dar cumplimiento al objetivo general orientado a analizar elementos neurodidácticos del aprendizaje ortográfico en población ecuatoguineana.

Cada uno de estos objetivos reviste especial importancia al abordar dimensiones críticas de este fenómeno desde una perspectiva neuroeducativa novedosa. Su formulación se justifica de la siguiente manera:

Objetivo 1 - Identificar los neuro-parámetros implicados en el aprendizaje ortográfico: Resulta clave determinar los correlatos neuronales sobre los que reposa este aprendizaje lingüístico específico, incluyendo factores neurocognitivos ya validados como fundamentales en otras investigaciones, por ejemplo, la conciencia fonológica, la memoria visual o el funcionamiento de redes frontoparietales (Dehaene et al., 2015). Esto sentará bases de modelos psicobiológicos contextualizados.

Objetivo 2 – Verificar la relación entre los fundamentos neurodidácticos del aprendizaje y la competencia lingüística ortográfica de alumnado ecuatoguineano de educación primaria: Es preciso validar en la práctica real la vinculación teórica establecida entre la aplicación de principios neuroeducativos (atención a la emoción y motivación, aprendizaje multisensorial, entornos enriquecidos, etc.) y el nivel de desempeño ortográfico alcanzado, colocando así a prueba supuestos de esta

perspectiva emergente (Ferrer et al., 2022; Howard-Jones et al., 2022).

Objetivo 3 - Explicitar las consecuencias de la implicación de procesos neurodidácticos en el aprendizaje ortográfico: Se requiere determinar, más allá de correlaciones, el tipo de efectos e implicaciones que la incorporación intencionada de mecanismos neurodidácticos tiene sobre variables como mejora en desempeño ortográfico, cambios en autoeficacia o motivación por tareas de escritura, entre otros posibles resultados vinculados al aprendizaje profundo y bienestar estudiantil (Thomas et al., 2019).

Objetivo 4 - Mostrar la existencia o no de diferencias significativas en el aprendizaje ortográfico en función de variables sociodemográficas: Resulta necesario determinar si factores extras académicos como sexo, edad, nivel educativo de los padres o contexto sociocultural inciden en el grado de consolidación de conocimientos ortográficos por parte de los estudiantes, como lo sugiere evidencia en ámbitos educativos diversos (Farias et al., 2019; Barth et al., 2020). De confirmarse, habría que diseñar estrategias neurodidácticas diferenciales.

Objetivo 5 –Contrastar la participación de la memoria visual en el aprendizaje de la ortografía convencional de una lengua no materna: Es preciso verificar experimentalmente la influencia real de este factor cognitivo sobre el aprendizaje ortográfico en escenario de segunda lengua, pues aunque se cuenta con antecedentes teóricos (López, 2021; González et al., 2017), no existe certeza total dadas las particularidades lingüísticas y socioculturales en Guinea. Su constatación empírica sentaría un precedente en la región para el diseño de intervenciones

educativas focalizadas en entrenar y aprovechar esta habilidad mental de memoria visual.

Objetivo 6 – Proponer algunas líneas maestras para elaborar un programa de formación docente sobre neurodidáctica de la ortografía: Resulta trascendental que el conocimiento especializado que se genere se traduzca en directrices formativas que permitan capacitar a los docentes ecuatoguineanos en ejercicio sobre estrategias y recursos neurodidácticos aplicables en sus aulas para enseñar ortografía. De este modo se potencia una diseminación amplificada que eleve realmente la calidad de los aprendizajes ortográficos de miles de escolares a nivel nacional (Rodríguez, 2020; Davis, 2022).

#### **6.4.-Hipótesis.**

Las hipótesis constituyen supuestos tentativos que pretenden responder provisionalmente a las preguntas de investigación formuladas previamente (Baptista Lucio et al., 2014). Representan posibles explicaciones del fenómeno estudiado que deberán someterse a contraste mediante la evidencia que se obtenga en la fase empírica.

En coherencia con la interrogante que guía este estudio sobre si existen o no elementos neurodidácticos implicados en el aprendizaje ortográfico del español como segunda lengua en población ecuatoguineana, se plantean las siguientes hipótesis en su formulación nula y alternativa:

H1.-Los elementos neurodidácticos están implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, del alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria

H2.-Los elementos neurodidácticos no están implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, del alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria

La fundamentación teórica provista en capítulos previos sobre correlatos neurales de la ortografía y principios neuroeducativos permite suponer la probabilidad de hallar vinculación entre variables como aplicación de estrategias neurodidácticas por el docente y nivel de desempeño ortográfico alcanzado por los sujetos.

Sin embargo, es preciso validar tal supuesto en la realidad concreta de las aulas ecuatoguineanas considerando las particularidades contextuales. De comprobarse la hipótesis positiva, se sentarían bases sólidas para comenzar a integrar orientaciones neurodidácticas tanto en políticas educativas como en prácticas pedagógicas sobre enseñanza de la ortografía convencional. Caso contrario, correspondería replantear tales recomendaciones.

Con todo esto, las hipótesis tentativas propuestas representan explicaciones plausibles sobre la problemática analizada que deberán ponerse a prueba mediante el contraste empírico.

## **6.5.-Paradigma y metodología adoptados**

El término paradigma se ha utilizado frecuentemente sobre todo después de su creación por Kuhn en su libro *“La estructura de las revoluciones científicas”* en 1962 en el que afirma que especifica uno o más logros científicos pasados, que son los logros reconocidos por un determinado grupo científico durante un período de tiempo como base para la práctica futura. De acuerdo con estas ideas, en algún momento comienzan a aparecer ciertas anomalías o diferencias entre la teoría científica normal y la realidad, y comienzan a transitar gradualmente hacia un nuevo paradigma, que la ciencia puede seguir y dirigiéndose hacia una revolución científica. Muchas veces usamos incorrectamente el término paradigma porque no tenemos claro que, desde un punto de vista científico, paradigma es un acuerdo científico que se ha transformado en un concepto que se considera correcto y excluyente. La continua transformación del conocimiento científico nos permite comprender que el paradigma e incluso la ciencia son creación del ser humano, y el desarrollo humano es como el pensamiento humano.

El paradigma propuesto por Briones (1986) es un objeto de investigación de una ciencia, un problema general a estudiar, la naturaleza del método y la tecnología, la información requerida y el concepto de interpretación final. Comprender adecuadamente los resultados de la investigación.

Latorre (1996) afirma que un paradigma es un sistema de creencias y actitudes compartidas por un grupo de científicos, basado en la epistemología de la investigación y los supuestos metodológicos.

En esta investigación, se va a optar por el paradigma interpretativo. El paradigma interpretativo constituye una orientación epistemológica que concibe la realidad educativa como dinámica y diversa, conformada por las experiencias subjetivas de los distintos actores (Álvarez-Gayou, 2021). De allí que este enfoque se centre en comprender los significados intersubjetivos que los sujetos atribuyen a los fenómenos pedagógicos.

Este posicionamiento resulta pertinente para abordar la presente problemática sobre aprendizaje neurodidáctico de la ortografía, dado que interesa indagar las concepciones, percepciones y valoraciones de docentes y estudiantes ecuatoguineanos respecto de sus propias vivencias en relación a la enseñanza y consolidación de convenciones de la escritura normativa del español.

Se asume así una realidad subjetiva y una verdad de carácter relativo, que será interpretada a la luz de las cosmovisiones y marcos de referencia de los actores en su hábitat natural. Ello permitirá comprender profundamente los significados que estos sujetos otorgan a aspectos como dificultades ortográficas recurrentes, estrategias didácticas útiles o difícilmente aplicables, experiencias motivadoras o frustrantes, entre otras temáticas de interés vinculadas al foco del estudio.

En síntesis, la riqueza y variabilidad de elementos contextuales que matizan los procesos neurodidácticos de enseñanza y aprendizaje ortográfico en este escenario áulico particular, será abordada desde una perspectiva interpretativa intersubjetiva, buscando discernir las atribuciones de sentido compartidas por sus protagonistas. Ello enriquecerá una visión integradora sobre este fenómeno educativo complejo,

superando simplificaciones o recetas universales.

La elección del paradigma interpretativo se justifica en el hecho de que este estudio no solo busca establecer relaciones causales entre aplicación de principios neurodidácticos y nivel de competencia ortográfica mediante un abordaje cuantitativo, sino también profundizar en las implicaciones y efectos de incorporar estrategias neuroeducativas en las dinámicas áulicas reales según la óptica de sus protagonistas.

En tal sentido, interesa trascender la mirada positivista orientada únicamente a verificar o refutar hipótesis a través de datos estadísticos, para complementarla con un énfasis comprensivo que dé cuenta de las múltiples aristas y matices que rodean este fenómeno del aprendizaje lingüístico ortográfico bajo condiciones neurodidácticas específicas.

El abordaje interpretativo permitirá así acceder a las significaciones, percepciones, valoraciones y experiencias de estudiantes y docentes ecuatoguineanos respecto al impacto en dimensiones cognitivas, socioafectivas y culturales que esta incorporación de principios neuroeducativos puede implicar en sus realidades áulicas concretas.

Esta mirada con énfasis en lo particular, contextualizado y dinámico, se considera imprescindible dada la complejidad de elementos en juego, tanto culturales como lingüísticos, que matizan la problemática del dominio del código escrito del español por parte de escolares de lengua nativa.



## **Metodología de investigación.**

La metodología cuantitativa tiene sus orígenes en el positivismo lógico desarrollado por Auguste Comte y Emile Durkheim a mediados del siglo XIX, como reacción al conocimiento especulativo no demostrado científicamente (Sampieri, 2014). Bajo la influencia del empirismo, esta corriente enfatizaba en la observación de los hechos y su medición objetiva como único medio válido para generar conocimiento.

Estos planteamientos fueron incorporados a las ciencias sociales gracias a psicólogos pioneros como Wilhelm Wundt a finales del siglo XIX, quien sentó las bases de la psicología experimental al fundar el primer laboratorio sobre comportamiento y procesos mentales (Sierra Bravo, 1998). Ahí se inicia formalmente la medición cuantitativa de constructos psicológicos mediante tests estandarizados y experimentos controlados.

Ya en el siglo XX, destacan figuras en sociología y educación como Paul Lazarsfeld y Robert Merton quienes impulsaron el uso de encuestas, estudios correlacionales, escalas de actitudes y técnicas como análisis multivariado, sentando bases de la metodología cuantitativa aplicada a las ciencias sociales (Sampieri, 2014).

En la actualidad los métodos cuantitativos siguen ocupando un lugar central, permitiendo recolectar datos sobre opiniones, actitudes o rendimiento de grandes muestras mediante cuestionarios y pruebas estandarizadas, para luego analizar estadísticamente relaciones entre variables y contrastar hipótesis. Si bien ha sido criticada por su énfasis excesivo en la medición, sus aportes siguen siendo

fundamentales dentro de las ciencias humanas y sociales.

La metodología cuantitativa resulta pertinente para esta investigación debido a que permite poner a prueba relaciones teóricamente establecidas entre variables como aplicación de principios neuroeducativos y desempeño ortográfico mediante métodos empíricos y análisis estadísticos.

Específicamente, el uso de una escala tipo Likert posibilitará cuantificar las percepciones y nivel de acuerdo de una muestra representativa de docentes ecuatoguineanos respecto a su implementación de estrategias neurodidácticas al enseñar reglas ortográficas en el aula.

Asimismo, la incorporación de un cuasiexperimento con mediciones pre y post sobre dominio de convenciones ortográficas en un grupo de estudiantes, permitirá determinar el efecto concreto que la aplicación intencionada de principios neuroeducativos pudiese tener en esta variable dependiente.

El posterior análisis estadístico mediante pruebas de correlación paramétricas y no paramétricas permitirá establecer el grado y significatividad de las posibles relaciones entre elementos neurodidácticos docentes y logros ortográficos estudiantiles.

En suma, el enfoque cuantitativo resulta oportuno para determinar vínculos causales y efectos concretos entre incorporación de fundamentos neurocientíficos al ámbito educativo y mejora en resultados específicos de aprendizaje lingüístico como la ortografía, aportando validez y confiabilidad.

En la siguiente tabla (tabla 6) se muestra un resumen del diseño de investigación:

**Tabla 6.**

*Elementos del diseño de investigación*

Elemento	Descripción
<b>Contexto</b>	Ciudad de Bata, Guinea Ecuatorial. Centros educativos de primaria, población multilingüe (español-fang, bubi y ndowe).
<b>Problema</b>	¿Existen elementos neurodidácticos implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, en el alumnado ecuatoguineano de Educación Primaria?
<b>Objetivo general</b>	Analizar los elementos neurodidácticos implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, del alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria.
<b>Objetivos específicos</b>	1.-Identificar los neuro-parámetros implicados en el aprendizaje ortográfico. 2.-Verificar la relación entre los fundamentos neurodidácticos del aprendizaje y la competencia lingüística ortográfica de alumnado ecuatoguineano de educación primaria. 3.-Explicitar las consecuencias de la implicación de procesos neurodidácticos en el aprendizaje ortográfico.

	<p>4.-Mostrar la existencia o no de diferencias significativas en el aprendizaje ortográfico en función de variables sociodemográficas.</p> <p>5. Contrastar la participación de la memoria visual en el aprendizaje de la ortografía convencional de una lengua no materna.</p> <p>6.-Proponer algunas líneas maestras para elaborar un programa de formación docente sobre neurodidáctica de la ortografía.</p>
<b>Hipótesis</b>	<p>H1.-Los elementos neurodidácticos están implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, del alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria</p> <p>H2.-Los elementos neurodidácticos no están implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, del alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria</p>
<b>Variables</b>	<p>VD: ortografía</p> <p>VI: elementos neurodidácticos</p>
<b>Paradigma</b>	<p>Interpretativo, para comprender significados intersubjetivos del fenómeno según actores educativos.</p>
<b>Enfoque metodológico</b>	<p>Cuantitativo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escala Likert a docentes</li> <li>Pre/postest ortográfico a alumnos</li> <li>- Análisis de correlación entre variables</li> </ul>



## **CAPÍTULO 7.-PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN**

### **7.1.-Población y muestra**

### **7.2.-Instrumento de recogida de datos cuantitativo**

#### 7.2.1.-Escala

#### 7.2.2.-Elaboración de la escala

#### 7.2.3.-Requisitos del instrumento de recogida de información

##### 7.2.3.1.-Validez

##### 7.2.3.1.1.-Validez de contenido

##### 7.2.3.1.2.-Validez de constructo

##### 7.2.3.2.-Fiabilidad

## 7.1.-Población y muestra

En relación a la población investigada, Sampieri et al. (2006) afirma: “(...) *la delimitación de las características de la población depende no sólo de los objetivos del estudio, sino también de otras prácticas. Un estudio no será mejor por tener una población mayor; la calidad de un trabajo se basa en delimitar claramente la población en función de los objetivos del estudio.. (p.253).*

De acuerdo con Sampieri, et al. (2006, p.250): “(...) la muestra es un subconjunto de la población de interés (de la que se recogerán y que está definida o delimitada con precisión de antemano) y debe ser representativa de esa población (...)”. Sampieri afirma que "para el enfoque cualitativo, la muestra es una unidad de análisis o un conjunto de personas, contextos, acontecimientos, hechos, comunidad, etc. que se van a analizar; sobre los que se deben recoger datos, sin que necesariamente sean representativos del universo o población estudiada. De hecho, la muestra es a menudo el propio universo de análisis (...)". (p.251).

Recoger información sobre la situación educativa requería tener en cuenta varios aspectos indicados por Angulo y Vázquez (2003) y Flick (2004):

*-La negociación:* situados en el campo donde íbamos a llevar a cabo nuestra investigación convenía crear relaciones y establecer condiciones de confianza con los informantes que íbamos a tener. Informarles sobre los límites del estudio, la relevancia de las informaciones y la publicación de los informes resultaba esencial. Rodríguez, Gil y García (1996) denominan a esta fase como la *etapa de vagabundeo*

en la que el investigador en las primeras fases de estudio genera buen clima con los participantes con objeto de iniciar los contactos informales y obtener una representación inicial del objeto de estudio.

*-Colaboración:* se dio voz a las personas participantes en nuestra investigación, respetando tanto su derecho a participar como a no participar en la investigación.

*-Confidencialidad y anonimato:* se respetó la confidencialidad y el anonimato de ciertas informaciones, cumpliendo el principio de no utilización de información o documentación que no hubiera sido previamente negociada. Ninguna persona debía sufrir daño ni sentirse incómoda como consecuencia del desarrollo de la investigación, desde su planteamiento inicial hasta la elaboración de informes y posibles publicaciones.

*-Equidad:* la investigación no debía ser utilizada como amenaza sobre una persona a título individual o sobre un colectivo o grupo. Todos los participantes recibirían un trato por igual, conociendo las posibles consecuencias que se derivarían del estudio, garantizando cauces para la réplica y la discusión de los informes.

*-Compromiso con el conocimiento:* conciencia de que el conocimiento es algo público y abierto, garantía de mejora a la comunidad educativa y a la sociedad en general. Estos aspectos conformarían la validez, credibilidad y rigor de los datos de investigación necesarios para realizar de manera satisfactoria la recogida de datos. En nuestro caso, la población la conforman los profesores y profesoras de los centros educativos de Bata y Malabo (Guinea Ecuatorial) con un total de 103 docentes, elegidos por conveniencia. Por otra parte, el cuasi-experimento se ha realizado en 3 colegios públicos de Guinea Ecuatorial y en uno de España. Uno en Moka, provincia de Bioko Sur, otro en Malabo (Bioko Norte), el tercero en Bata (Provincia Litoral) y el cuarto en un colegio público de Segovia (España). Participaron un total de 240 alumnos



distribuidos de la siguiente forma: 60 pertenecían a la etnia fang, 60 a la bubí, 60 a la ndowe y otros 60 eran españoles. Cada grupo étnico contaba con el mismo número de niños (30) que de niñas (30). De éstos, la mitad estaban escolarizados en tercer curso de educación primaria y la otra mitad en sexto. Los centros escolares se eligieron por sorteo y los participantes de forma aleatoria.

**Tabla 7.**

*Caracterización de la muestra (alumnos/as)*

Factores inter-sujetos			N
Etnia	1	FANG	60
	2	BUBI	60
	3	NDOWE	60
	4	ESPAÑOL	60
Género	1	Varón	120
	2	Mujer	120
Curso	3º	Tercero	120
	6º	Sexto	120



## **7.2.-Instrumento de recogida de datos**

### 7.2.1.-Escala.

En el campo de las ciencias sociales, existen diversas formas y tipos de escalas, procedimientos y métodos de confiabilidad y validez, que describen la importancia y uso de herramientas técnicas y estadísticas para resolver uno o más problemas sociales bajo investigación. Por tanto, por la importancia de su elaboración y aplicación y su buena correlación con otras escalas y estándares para medir actitudes, en nuestro caso, la escala Likert es la más utilizada para medir actitudes.

### 7.2.2.-Elaboración de la escala.

La escala suele estar formada por una serie de enunciados, generalmente de 20 y 30 enunciados. Estos enunciados se relacionan aproximadamente con los objetos de actitud previamente determinados. La relación con el objeto de investigación se determina mediante la aplicación de métodos manuales o estadísticos, y la interpretación es la misma, así es de suma importancia la calidad, nivel de heterogeneidad y correlación de las variables de investigación.

Para la confección de nuestra escala hemos seguido la siguiente tabla de operacionalización.

**Tabla 8.**

*Tabla de operacionalización*

<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>LIKERT</b>
<p><b>1.-Identificar los neuro-parámetros implicados en el aprendizaje ortográfico.</b></p>	<p>A.- Neuroparámetros ortográficos</p>	<p>A.1.-Mostrar las reglas ortográficas es esencial para escribir correctamente y evitar errores.</p> <p>A2.-Discriminar los sonidos del lenguaje ayuda a mejorar la habilidad de escribir correctamente.</p> <p>A3.-Visualizar las palabras bien escritas contribuye a evitar errores ortográficos.</p> <p>A4.-Usar estrategias de aprendizaje adecuadas facilita el aprendizaje y la aplicación de las reglas ortográficas.</p> <p>A5.-Mantener la atención y concentración durante la escritura es crucial para evitar errores ortográficos y mejorar la precisión en la escritura.</p>
<p><b>2.-Verificar la relación entre los fundamentos neurodidácticos del aprendizaje y la competencia lingüística ortográfica de alumnado ecuatoguineano de educación primaria.</b></p>	<p>B.- Fundamentos neurodidácticos</p>	<p>B6.- La capacidad de cambio y de adaptación continua del cerebro influye en el proceso de aprendizaje.</p> <p>B7.-Los procesos de atención y la memoria son elementos fundamentales en el aprendizaje.</p> <p>B8.-Las emociones y la motivación</p>

		<p>desempeñan un papel importante en el proceso de aprendizaje.</p> <p>B9.-La participación de diferentes sentidos en el proceso de aprendizaje mejora la comprensión y retención de la información.</p> <p>B10.-La reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje y su regulación de forma consciente es fundamental para un aprendizaje efectivo</p>
<p><b>3.-Explicitar las consecuencias de la implicación de procesos neurodidácticos en el aprendizaje ortográfico</b></p>		<p>C11.-Tener un conocimiento sólido de las reglas gramaticales es fundamental para una comunicación efectiva.</p> <p>C12.-Contar con un amplio vocabulario enriquece la comunicación y facilita la comprensión de diferentes textos.</p> <p>C13.-La habilidad de comprender el lenguaje hablado es crucial para una comunicación fluida y efectiva.</p> <p>C14.-Ser capaz de expresarse oralmente, de manera clara y coherente, es esencial para una comunicación exitosa.</p> <p>C15.-La capacidad de comprender y expresarse de manera clara por escrito es fundamental para una comunicación escrita efectiva.</p>
<p><b>4.-Mostrar la existencia o no de diferencias significativas en el aprendizaje ortográfico en función de variables sociodemográficas.</b></p>	<p>C.-Competencia lingüística</p>	

<p><b>5.-Contrastar la participación de la memoria visual en el aprendizaje de la ortografía convencional de una lengua no materna.</b></p>	<p><b>D.- Aprendizaje de la ortografía</b></p>	<p>D16.-Comprendo y aplico correctamente las reglas ortográficas.</p> <p>D17.-Reconozco y utilizo de manera efectiva los patrones ortográficos en mis escritos.</p> <p>D18.-La memorización visual me ha ayudado a mejorar mi ortografía.</p> <p>D19.-El uso del diccionario y otros recursos de referencia me resulta útil para resolver dudas ortográficas.</p> <p>D20.-La práctica regular y la retroalimentación han contribuido a mi progreso en el dominio de la ortografía.</p>
---	--	--

### **7.2.3.-Requisitos del instrumento de recogida de información.**

#### 7.2.3.1.-Validez.

La validez de los instrumentos de medición es de suma importancia para garantizar la calidad de los datos y resultados de una investigación. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), "un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente" (p.201). En esta investigación sobre elementos neurodidácticos en el aprendizaje de la ortografía, se utilizará un cuestionario tipo Likert como instrumento cuantitativo.

Es necesario validar este cuestionario para asegurar que las preguntas planteadas miden efectivamente los conceptos de interés en las cuatro dimensiones establecidas: neuroparámetros ortográficos, fundamentos neurodidácticos, competencia lingüística y aprendizaje de la ortografía. Como plantea Bisquerra (2004), la validez "se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir" (p.146). Así, un proceso de validación permitirá determinar si las preguntas son pertinentes y están bien formuladas para medir los aspectos buscados en esta investigación.

### 7.2.3.1.1.-Validez de contenido.

La validez de contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide (Hernández Sampieri et al., 2014). Es decir, evalúa si las preguntas o ítems del instrumento son representativos del universo de interés. Esta validez es importante para la presente investigación, ya que se busca medir conceptos específicos a través del cuestionario: neuroparámetros, fundamentos neurodidácticos, competencia lingüística y aprendizaje ortográfico. Para garantizar la validez de contenido en esta investigación, el cuestionario se sometió a juicio de expertos. Se contó con la retroalimentación de 9 especialistas en neuroeducación y lingüística, quienes analizaron la claridad, relevancia y representatividad de las preguntas con respecto a las variables de interés, con el correspondiente cuestionario de validación. De acuerdo con sus observaciones se modificaron algunos ítems, se eliminaron preguntas repetidas y se incorporaron algunas nuevas para una mayor representatividad de conceptos.

Además, tras las modificaciones, se realizó una prueba piloto con una pequeña muestra de la población objetivo, analizando si existían dudas o dificultades de comprensión en alguna pregunta. El resultado permitió hacer ajustes finales para mejorar la comprensión. Con este proceso de validación de contenido por juicio de expertos y una prueba piloto, se garantiza que el cuestionario tiene validez de contenido, siendo pertinente y representativo para medir los conceptos centrales de esta investigación sobre elementos neurodidácticos en el aprendizaje de la ortografía.

### 7.2.3.1.2.-Validez de constructo.

La validez de constructo se refiere a qué tan bien un instrumento representa y mide un concepto teórico (Hernández Sampieri et al., 2014). Es decir, evalúa si el modelo teórico planteado, con sus variables e interrelaciones, se ve reflejado en los resultados empíricos que arroja el instrumento aplicado.

En esta investigación se han definido cuatro dimensiones o variables de interés en relación al aprendizaje de la ortografía: neuroparámetros ortográficos, fundamentos neurodidácticos del aprendizaje, competencia lingüística y aprendizaje de la ortografía propiamente. Se espera que estas variables se relacionen entre sí, por ejemplo, que los fundamentos neurodidácticos influyan en la adquisición de competencia lingüística y aprendizaje ortográfico.

Para establecer la validez de constructo del cuestionario utilizado, se realizó un análisis factorial exploratorio. Esta técnica, según Pérez y Medrano (2010), permite analizar la dimensionalidad del instrumento en función de las respuestas y correlaciones entre preguntas según los participantes. Así, el análisis arrojó cuatro dimensiones latentes que coincidían con las cuatro variables consideradas previamente en la fundamentación teórica. Esto permite validar la existencia y medición de los constructos planteados inicialmente.

Desde un punto de vista científico, es la opción más interesante, pero también la más compleja, y requiere procedimientos y técnicas estadísticas más complejas



(Rincón, Arnal, Latorre & Sans, 1995). Para asegurar la efectividad de la herramienta, lo más importante es poder determinar qué mide realmente, es decir, el contenido que hay detrás de la prueba, y qué factores o dimensiones explican la diferencia en las puntuaciones de los sujetos. Para estimar la validez de la construcción, se utiliza una técnica llamada análisis factorial.

El análisis factorial es un modelo estadístico que representa la relación entre un conjunto de variables (Ferrando y Anguiano Carrasco, 2010). Esto muestra que estas relaciones pueden explicarse mediante una serie de variables no observables (latentes) conocidas como factores, el número de factores es mucho menor que el número de variables. En otras palabras, el propósito del análisis factorial es describir la relación entre una serie de variables, gracias al hecho de que los factores son matemáticamente definibles y tienen menos otras variables en común. El análisis factorial puede ser exploratorio o confirmatorio, en nuestro caso es exploratorio porque no conocemos de antemano el número de factores. Para este análisis se utilizó el software estadístico de Windows SPSS v25. El registro de datos, su codificación digital y procesamiento estadístico se llevan a cabo con la ayuda del programa informático. Un requisito importante para que el análisis factorial sea significativo es que las variables estén altamente correlacionadas. Para verificar esta condición se ha empleado la “Prueba de esfericidad de Barlett” y la “Medida de adecuación muestral KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)”.

## KMO y prueba de Bartlett

La prueba de esfericidad de Bartlett se utiliza para probar la hipótesis nula de que la matriz de correlación es una matriz de identidad (la correlación entre los elementos es igual a cero). La Tabla 9 muestra que el valor de probabilidad asociado (Sig.) es 0.00 (menos de 0.05), por lo que la hipótesis nula se rechaza al nivel de significancia del 5%, por lo que tiene sentido el análisis factorial.

Otro dato que indica si el análisis factorial es factible es la medida de adecuación de la muestra KMO de Kaiser-Meyer-Olkin. Este índice permite comparar el tamaño del coeficiente de correlación obtenido con el tamaño de la correlación parcial. Cuando el índice está entre 0,6 y 1, indica que se puede realizar el análisis factorial. En este caso, el índice KMO obtenido es 0,773, por lo que se procede al análisis factorial (Tabla 9).

### Tabla 9.

#### *Prueba de KMO y Bartlett*

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,773
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	830,106
	gl	190
	Sig.	,000

## Comunalidades

Seguidamente procedemos a la extracción de las comunalidades, es decir, la proporción de varianza explicada por factores comunes. El número total de comunidades iniciales siempre es igual a 1. Los resultados se muestran en la tabla 10. Podemos estar seguros de que todos los términos se explican por los componentes, porque no hay un valor bajo (cercano a cero).

**Tabla 10.**

### Comunalidades

	Inicial	Extracción
A1.-Las reglas ortográficas son esenciales para escribir correctamente y evitar errores.	1,000	,499
A2.-Comprender los sonidos del lenguaje ayuda a mejorar la habilidad de escribir correctamente.	1,000	,835
A3.-Recordar cómo se ven las palabras escritas contribuye a evitar errores ortográficos.	1,000	,768
A4.-El uso de estrategias de aprendizaje adecuadas facilita el aprendizaje y la aplicación de las reglas ortográficas.	1,000	,731
A5.-Mantener la atención y concentración durante la escritura es crucial para evitar errores ortográficos y mejorar la precisión en la escritura.	1,000	,664
B6.-El cerebro tiene la capacidad de cambiar y adaptarse a lo largo de la vida, lo cual influye en el proceso de aprendizaje.	1,000	,637
B7.-La capacidad de atención y la memoria son elementos fundamentales en el proceso de aprendizaje.	1,000	,653
B8.-Las emociones y la motivación desempeñan un papel importante en el proceso de aprendizaje.	1,000	,737
B9.-La incorporación de diferentes sentidos en el proceso de aprendizaje mejora la comprensión y retención de la información.	1,000	,589
B10.-La capacidad de reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje y regularlo de forma consciente es fundamental para un aprendizaje efectivo	1,000	,659
C11.-Tener un conocimiento sólido de las reglas gramaticales es fundamental para una comunicación efectiva.	1,000	,697

C12.-Contar con un amplio vocabulario enriquece la comunicación y facilita la comprensión de diferentes textos.	1,000	,582
C13.-La habilidad de comprender el lenguaje hablado es crucial para una comunicación fluida y efectiva.	1,000	,654
C14.-Ser capaz de expresarse de manera clara y coherente oralmente es esencial para una comunicación exitosa.	1,000	,598
C15.-La capacidad de comprender y expresarse de manera clara por escrito es fundamental para una comunicación escrita efectiva.	1,000	,675
D16.-Comprendo y aplico correctamente las reglas ortográficas.	1,000	,763
D17.-Reconozco y utilizo de manera efectiva los patrones ortográficos en mis escritos.	1,000	,740
D18.-La memorización visual me ha ayudado a mejorar mi ortografía.	1,000	,663
D19.-El uso del diccionario y otros recursos de referencia me resulta útil para resolver dudas ortográficas.	1,000	,646
D20.-La práctica regular y la retroalimentación han contribuido a mi progreso en el dominio de la ortografía.	1,000	,637

Método de extracción: análisis de componentes principales.

### Varianza total explicada

La tabla 11 de *porcentajes de varianza explicada* muestra que con 6 factores explicamos el 67,130% de la varianza total de la matriz de correlaciones.

**Tabla 11.**

#### *Varianza total explicada*

Compo nente	Varianza total explicada								
	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	6,097	30,485	30,485	6,097	30,485	30,485	3,567	17,837	17,837
2	2,174	10,870	41,355	2,174	10,870	41,355	3,103	15,514	33,350
3	1,794	8,970	50,325	1,794	8,970	50,325	2,121	10,604	43,954
4	1,207	6,037	56,362	1,207	6,037	56,362	1,723	8,617	52,571
5	1,117	5,583	61,945	1,117	5,583	61,945	1,621	8,105	60,676
6	1,037	5,185	67,130	1,037	5,185	67,130	1,291	6,454	67,130
7	,987	4,933	72,062						
8	,816	4,081	76,143						
9	,716	3,580	79,723						
10	,609	3,047	82,770						
11	,515	2,576	85,346						
12	,482	2,409	87,755						
13	,464	2,320	90,075						
14	,447	2,235	92,310						
15	,354	1,771	94,081						
16	,312	1,560	95,641						
17	,264	1,322	96,963						
18	,241	1,207	98,170						
19	,208	1,039	99,209						
20	,158	,791	100,000						

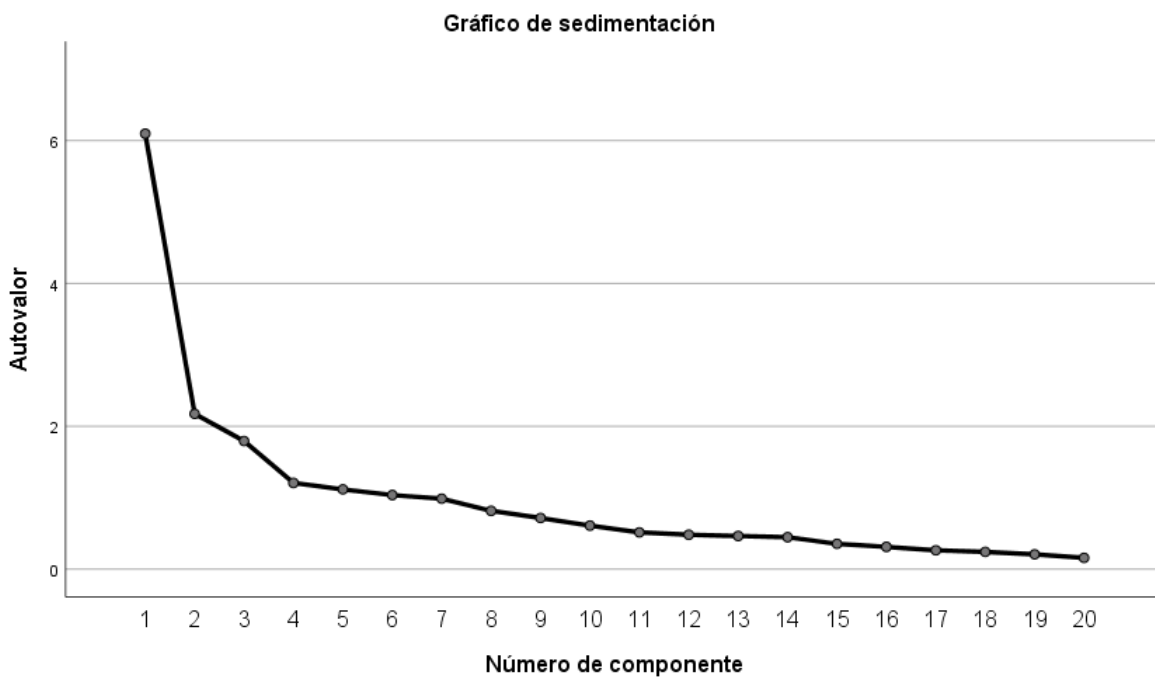
Método de extracción: análisis de componentes principales.

### Gráfico de sedimentación.

El gráfico de sedimentación se basa en el hecho de que la suma de los valores propios es igual a la suma de las varianzas explicadas. Aunque en este caso, el objetivo es determinar los factores cuyo valor asociado es lo suficientemente grande para ser considerado. La decisión se toma trazando los valores característicos asociados con cada factor en el gráfico. Los valores propios asociados con los factores iniciales suelen ser muy altos y el valor de los valores propios disminuye gradualmente a medida que se extraen los factores (el gráfico muestra una pendiente pronunciada). Hay un punto con valores propios bajos y similares entre sí (el gráfico muestra la pendiente mínima). El punto de inflexión en el que la tendencia del gráfico cambia de una pendiente pronunciada a una pendiente mínimase considera un indicador del número de factores a extraer, en nuestro caso 6.

### Gráfico 1.

Gráfico de sedimentación



## Matriz de componentes

Seguidamente mostramos los resultados de la matriz de componente:

**Tabla 12.**

*Matriz de componente*

**Matriz de componente<sup>a</sup>**

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
A1.-Las reglas ortográficas son esenciales para escribir correctamente y evitar errores.	,485	,084	,187	-,131	-,413	,184
A2.-Comprender los sonidos del lenguaje ayuda a mejorar la habilidad de escribir correctamente.	,048	,137	,480	,633	,222	,367
A3.-Recordar cómo se ven las palabras escritas contribuye a evitar errores ortográficos.	,491	,037	,240	,266	-,628	-,046
A4.-El uso de estrategias de aprendizaje adecuadas facilita el aprendizaje y la aplicación de las reglas ortográficas.	,464	,190	,602	-,019	,118	-,320
A5.-Mantener la atención y concentración durante la escritura es crucial para evitar errores ortográficos y mejorar la precisión en la escritura.	,602	,191	,456	-,045	,020	-,235
B6.-El cerebro tiene la capacidad de cambiar y adaptarse a lo largo de la vida, lo cual influye en el proceso de aprendizaje.	,389	,353	,344	-,138	,090	,465
B7.-La capacidad de atención y la memoria son elementos fundamentales en el proceso de aprendizaje.	,609	,471	,167	-,130	-,102	,066
B8.-Las emociones y la motivación desempeñan un papel importante en el proceso de aprendizaje.	,462	,486	,037	-,504	,133	-,119
B9.-La incorporación de diferentes sentidos en el proceso de aprendizaje mejora la comprensión y retención de la información.	,543	,308	-,264	,182	,301	-,073
B10.-La capacidad de reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje y regularlo de forma consciente es fundamental para un aprendizaje efectivo	,612	,281	-,277	,023	,353	-,056
C11.-Tener un conocimiento sólido de las reglas gramaticales es fundamental para una comunicación efectiva.	,496	,318	-,441	,393	-,032	-,010
C12.-Contar con un amplio vocabulario enriquece la comunicación y facilita la comprensión de diferentes textos.	,564	,291	-,401	,087	-,029	-,101
C13.-La habilidad de comprender el lenguaje hablado es crucial para una comunicación fluida y efectiva.	,618	,077	-,354	,073	-,090	,357

C14.-Ser capaz de expresarse de manera clara y coherente oralmente es esencial para una comunicación exitosa.	,650	-,191	-,207	-,251	-,160	,085
C15.-La capacidad de comprender y expresarse de manera clara por escrito es fundamental para una comunicación escrita efectiva.	,685	-,334	-,185	-,033	-,180	,162
D16.-Comprendo y aplico correctamente las reglas ortográficas.	,539	-,510	,094	-,287	,197	,285
D17.-Reconozco y utilizo de manera efectiva los patrones ortográficos en mis escritos.	,531	-,539	,130	-,023	,342	,182
D18.-La memorización visual me ha ayudado a mejorar mi ortografía.	,631	-,361	,147	,251	,098	-,202
D19.-El uso del diccionario y otros recursos de referencia me resulta útil para resolver dudas ortográficas.	,621	-,447	,015	,124	-,047	-,206
D20.-La práctica regular y la retroalimentación han contribuido a mi progreso en el dominio de la ortografía.	,663	-,312	-,033	,030	,017	-,312

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 6 componentes extraídos.

En la tabla 13 se explica la localización de los ítems en cada uno de los factores principales.

**Tabla 13.**

*Ítems por factores*

<b>Factor</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>Ítems integrados en cada factor del cuestionario.</b>
I	Dimensión A.- Neuroparámetros ortográficos  Dimensión B.-Fundamentos neurodidácticos  Dimensión C.-Competencia lingüística  Dimensión D.-Aprendizaje de la ortografía	<b>A1, A3, A4, A5,</b>  <b>B7, B8, B9, B10</b>  <b>C11, C12, C13, C14, C15</b>  <b>D16, D17, D19, D20</b>  <b>A1.-Las reglas ortográficas son esenciales para escribir correctamente y evitar errores.</b>  <b>A3.-Recordar cómo se ven las palabras escritas contribuye a evitar errores ortográficos.</b>



		<p><b>A4.-El uso de estrategias de aprendizaje adecuadas facilita el aprendizaje y la aplicación de las reglas ortográficas.</b></p> <p><b>A5.-Mantener la atención y concentración durante la escritura es crucial para evitar errores ortográficos y mejorar la precisión en la escritura.</b></p> <p><b>B7.-La capacidad de atención y la memoria son elementos fundamentales en el proceso de aprendizaje.</b></p> <p><b>B8.-Las emociones y la motivación desempeñan un papel importante en el proceso de aprendizaje.</b></p> <p><b>B9.-La incorporación de diferentes sentidos en el proceso de aprendizaje mejora la comprensión y retención de la información.</b></p> <p><b>B10.-La capacidad de reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje y regularlo de forma consciente es fundamental para un aprendizaje efectivo</b></p> <p><b>C11.-Tener un conocimiento sólido de las reglas gramaticales es fundamental para una comunicación efectiva.</b></p> <p><b>C12.-Contar con un amplio vocabulario enriquece la comunicación y facilita la comprensión de diferentes textos.</b></p> <p><b>C13.-La habilidad de comprender el lenguaje hablado es crucial para una comunicación fluida y efectiva.</b></p> <p><b>C14.-Ser capaz de expresarse de manera clara y coherente oralmente es esencial para una comunicación exitosa.</b></p> <p><b>C15.-La capacidad de comprender y expresarse de manera clara por escrito es fundamental para una comunicación escrita efectiva.</b></p> <p><b>D16.-Comprendo y aplico correctamente las reglas ortográficas.</b></p> <p><b>D17.-Reconozco y utilizo de manera efectiva los patrones ortográficos en mis escritos.</b></p> <p><b>D19.-El uso del diccionario y otros recursos de referencia me resulta útil para resolver dudas ortográficas.</b></p> <p><b>D20.-La práctica regular y la retroalimentación han contribuido a mi progreso en el dominio de la</b></p>
--	--	--

		<b>ortografía.</b>
<b>II</b>		<b>D18.-La memorización visual me ha ayudado a mejorar mi ortografía.</b>
<b>III</b>		
<b>IV</b>		<b>A2.-Comprender los sonidos del lenguaje ayuda a mejorar la habilidad de escribir correctamente.</b>
<b>V</b>		
<b>VI</b>		<b>B6.-El cerebro tiene la capacidad de cambiar y adaptarse a lo largo de la vida, lo cual influye en el proceso de aprendizaje.</b>

### 7.2.3.2.-Fiabilidad.

La fiabilidad es una cualidad esencial que debe tener cualquier instrumento de medición utilizado en una investigación científica. Hace referencia a la consistencia y precisión de los resultados obtenidos a través de dicho instrumento. Es decir, un instrumento será fiable si al aplicarlo repetidas veces en condiciones similares, se obtienen mediciones parecidas con pequeñas variaciones aleatorias.

En el contexto de nuestra investigación sobre elementos neurodidácticos en el aprendizaje de la ortografía del español como lengua no materna, resulta fundamental determinar la fiabilidad del cuestionario Likert que se utilizará como técnica de recolección de datos. Esto se debe a que el objetivo del estudio es analizar y establecer relaciones entre diversos conceptos y variables como los neuro-parámetros ortográficos, fundamentos neurodidácticos y competencia lingüística.

Si el instrumento de medición no fuese fiable, se correría el riesgo de obtener resultados inconsistentes y conclusiones erradas sobre dichas relaciones. Por ejemplo, en dos aplicaciones del cuestionario a la misma muestra y en un corto periodo de tiempo, se podrían registrar valoraciones muy distintas de los mismos ítems. Esto pondría en duda la capacidad del instrumento para medir correctamente las variables de interés.

Según George y Mallery (2003), un coeficiente alfa mayor a 0,8 es considerado como bueno en términos de consistencia interna de la escala utilizada. Es decir,

denota que los ítems están midiendo de forma adecuada y precisa el mismo constructo.

Asimismo, otros investigadores como Nunnally y Bernstein (1994) establecen que el umbral mínimo aceptable para el alfa de Cronbach es 0,7. Por lo tanto, un valor de 0,863 supera ampliamente ese límite para ser considerado fiable.

De la misma forma, Hernández Sampieri y Mendoza (2018) señalan que cuando se construye una escala, se recomienda tener un alfa de Cronbach mayor a 0,75 para ser considerada como una escala fiable. El presente cuestionario cumple perfectamente con esta recomendación.

Con todo esto, el alfa de Cronbach de 0,863 obtenido para este instrumento, según la evidencia de los expertos en metodología de investigación, denota una muy buena consistencia interna entre los ítems analizados. Esto permite afirmar que el cuestionario aplicado tiene una fuerte fiabilidad para medir las variables de su estudio sobre elementos neurodidácticos en el aprendizaje de la ortografía.

El cálculo del alfa de Cronbach de la escala completa (20 ítems) da un resultado bueno (.863). Calculamos el alfa del Factor 1 (reducción de la escala original a 17 elementos), cuyo resultado es de .869 que es bueno y mayor que la escala original con una reducción de 3 elementos. El resto de factores son desechados al tener menos de tres elementos.



## **CAPÍTULO 8.-ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LAS DIMENSIONES DE LA ESCALA LIKERT**

**8.1.-Dimensión A (Neuroparámetros ortográficos)**

**8.2.-Dimensión B (Fundamentos neurodidácticos)**

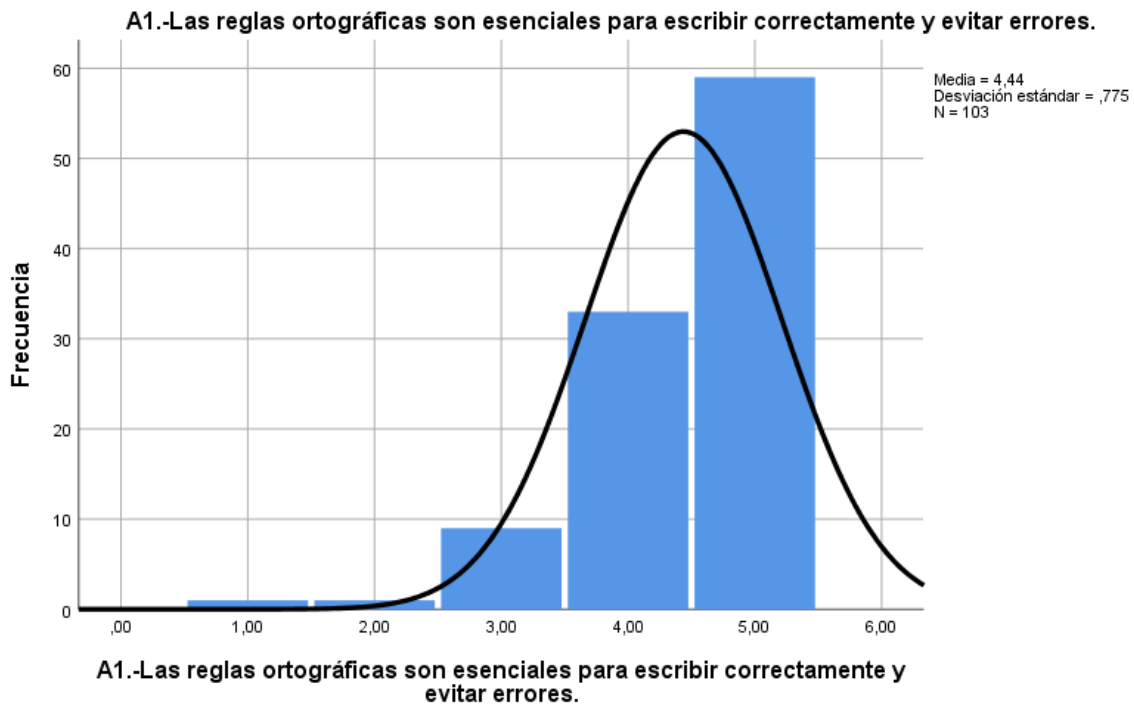
**8.3.-Dimensión C (Competencia lingüística)**

**8.4.-Dimensión D (Aprendizaje de la ortografía)**

A continuación, vamos a mostrar los resultados obtenidos en las diferentes dimensiones.

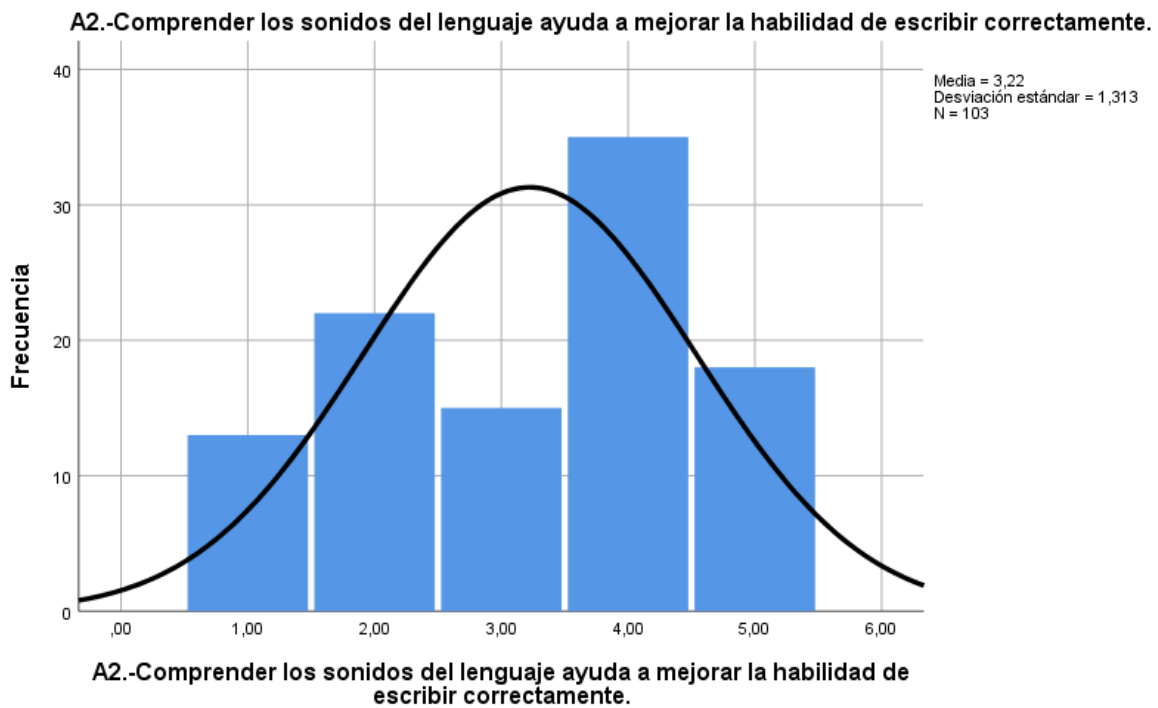
### 8.1.-Dimensión A (Neuroparámetros ortográficos)

Gráfico 2.-A1.



En esta gráfica 2 se puede apreciar el valor de la media aritmética, que es el valor característico de una serie de datos cuantitativos. En este caso la  $\bar{x} = 4,44$ . La mayor concentración de los valores se encontraría entorno al 4,44. Se puede concluir que las personas encuestadas están “de acuerdo” en que “las reglas ortográficas son esenciales para escribir correctamente y evitar errores”.

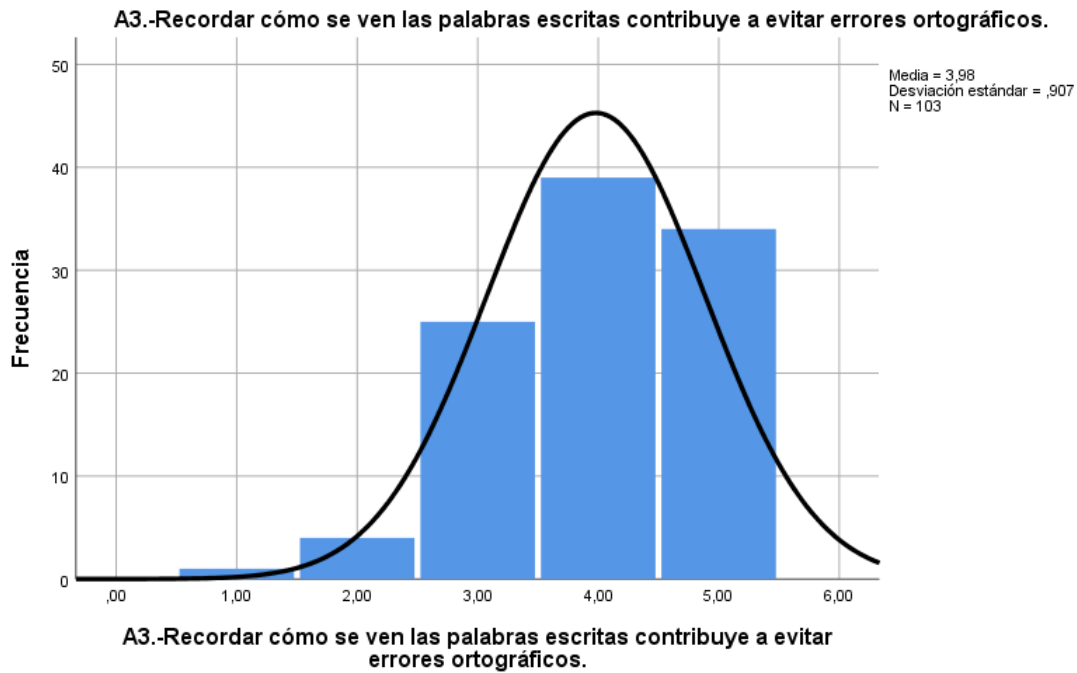
Gráfico 3.-A2.



La media aritmética es de  $\bar{x} = 3,33$ , considerando que la mayor concentración de los valores se encontraría entorno al 3,33, podemos decir que los sujetos participantes muestran “indiferencia” ante la afirmación de que “comprender los sonidos del lenguaje ayuda a mejorar la habilidad de escribir correctamente”.

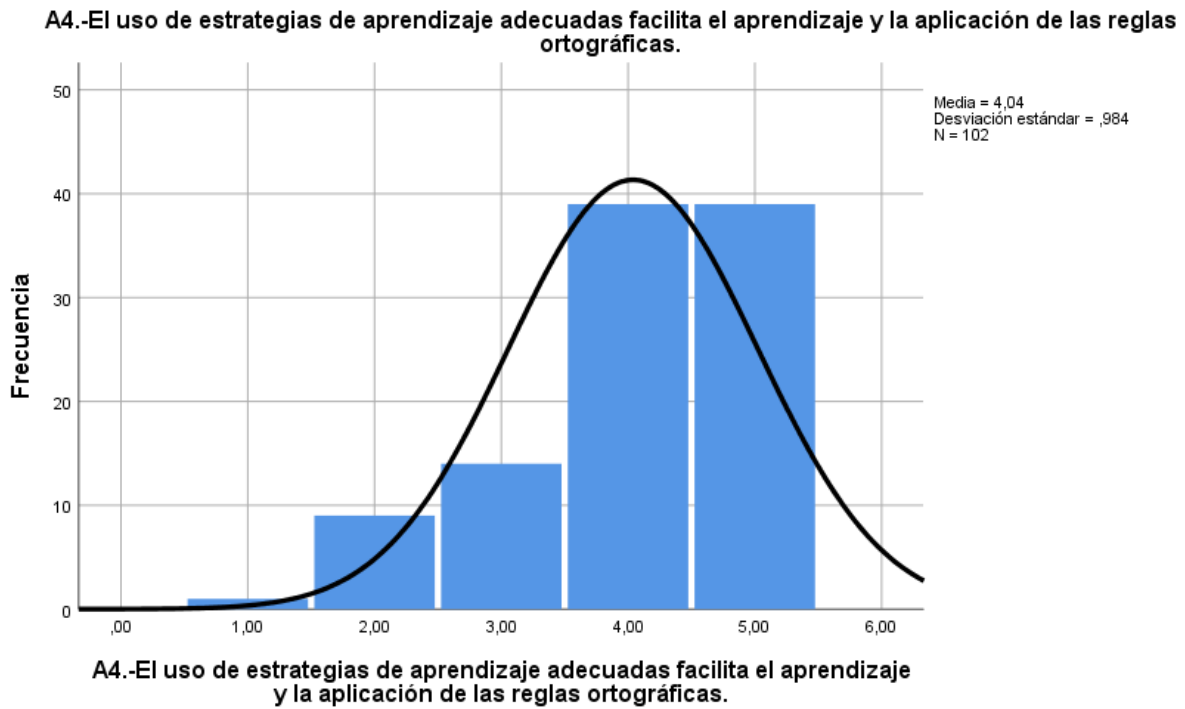


Gráfico 4.-A3.



En el gráfico podemos ver el valor de  $\bar{x} = 3,98$ . Se puede concluir que las personas encuestadas están “de acuerdo” en que “recordar cómo se ven las palabras escritas contribuye a evitar errores ortográficos”.

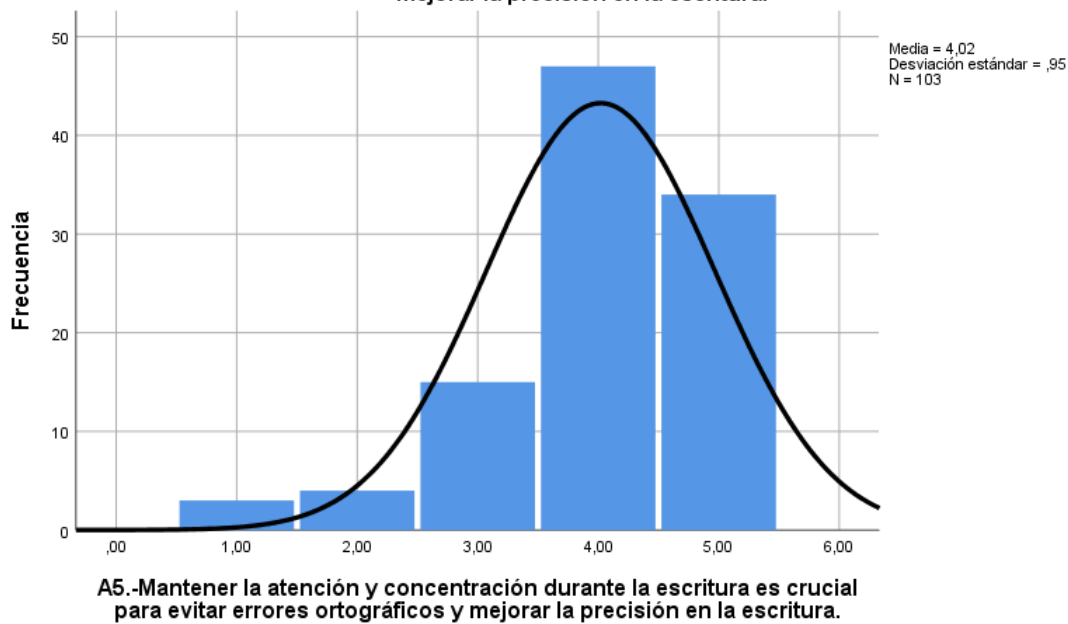
Gráfico 5.-A4.



La mayor concentración de los valores se encontraría entorno al 4,04. Se puede concluir que los docentes están “de acuerdo” en que “el uso de estrategias de aprendizaje adecuadas facilita el aprendizaje y la aplicación de las reglas ortográficas”.

Gráfico 6.-A5.

**A5.-Mantener la atención y concentración durante la escritura es crucial para evitar errores ortográficos y mejorar la precisión en la escritura.**

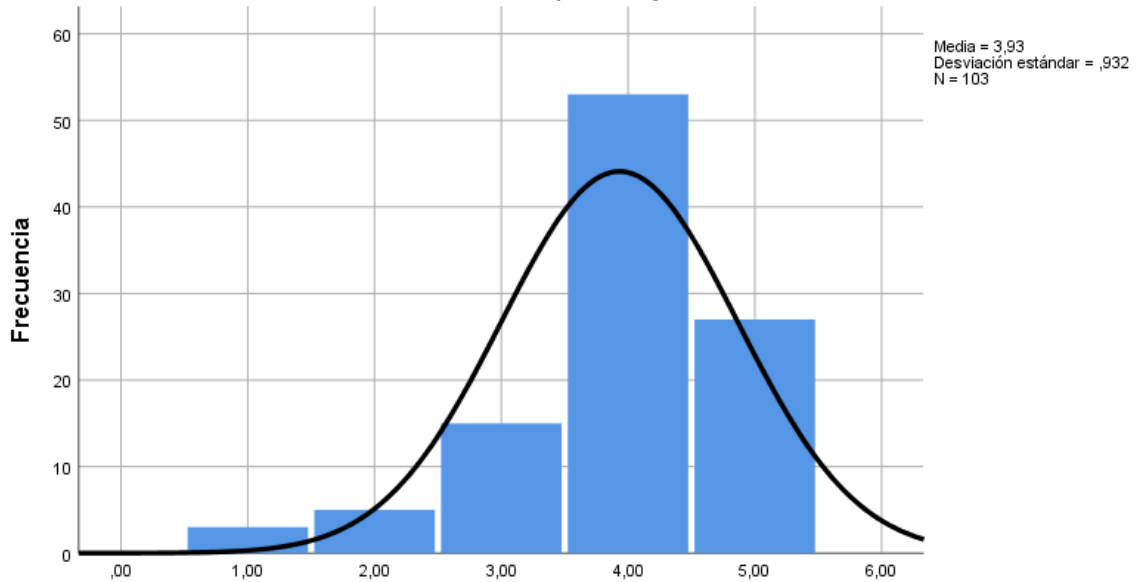


En esta gráfica se puede apreciar el valor de la media aritmética, que es el valor característico de una serie de datos cuantitativos. En este caso la  $\bar{x} = 4,02$ . Se puede concluir que las personas encuestadas están “de acuerdo” en que “mantener la atención y concentración durante la escritura es crucial para evitar errores ortográficos y mejorar la precisión en la escritura”.

## 8.2.-Dimensión B (Fundamentos neurodidácticos)

Gráfico 7.-B6.

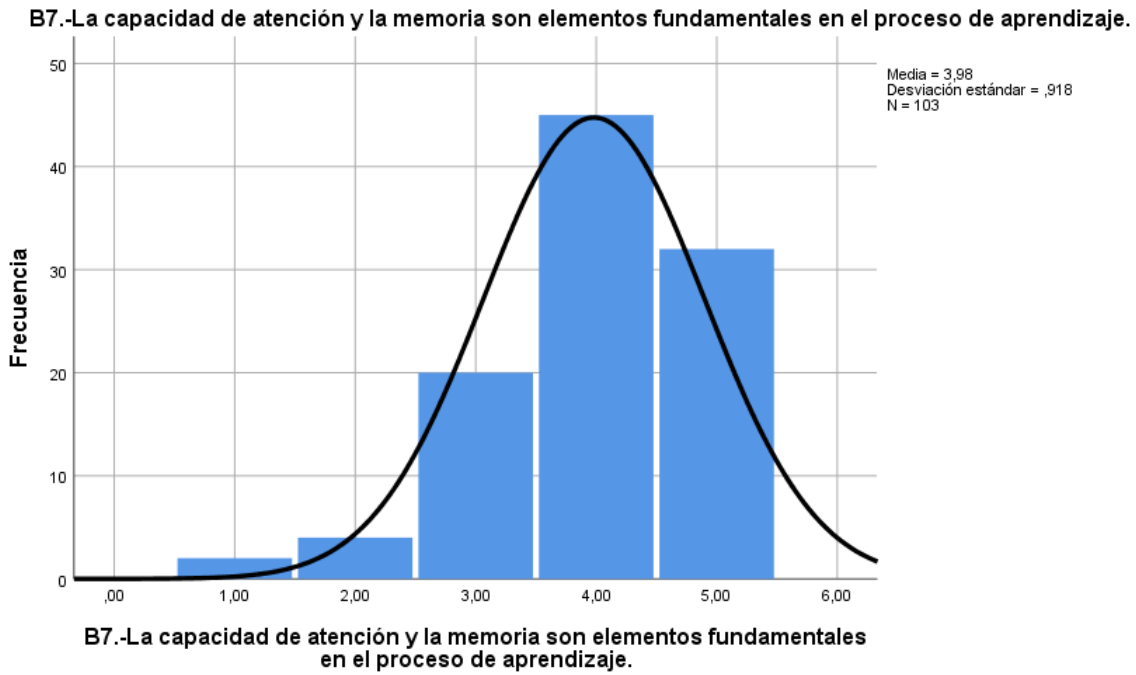
**B6.-El cerebro tiene la capacidad de cambiar y adaptarse a lo largo de la vida, lo cual influye en el proceso de aprendizaje.**



**B6.-El cerebro tiene la capacidad de cambiar y adaptarse a lo largo de la vida, lo cual influye en el proceso de aprendizaje.**

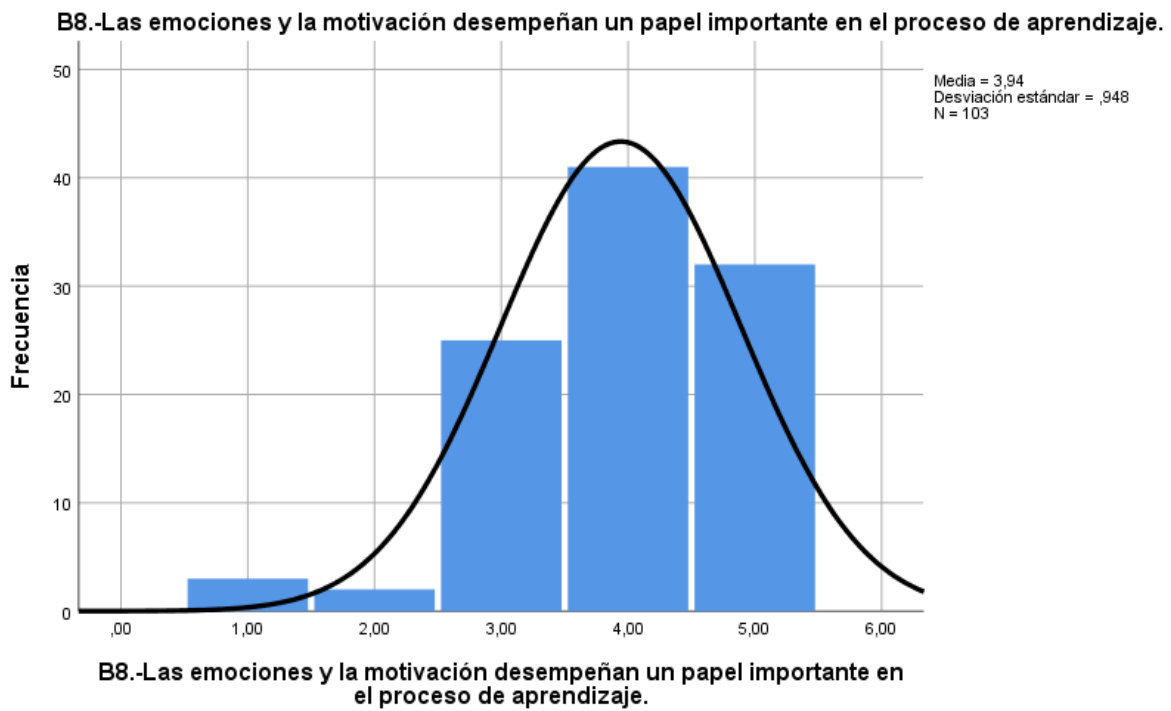
En este caso la  $\bar{x} = 3,93$ . Se puede concluir que las personas encuestadas están “de acuerdo” en que “el cerebro tiene la capacidad de cambiar y adaptarse a lo largo de la vida, lo cual influye en el proceso de aprendizaje”.

Gráfico 8.-B7.



Se puede concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que “la capacidad de atención y la memoria son elementos fundamentales en el proceso de aprendizaje”, pues la  $\bar{x} = 3,98$ .

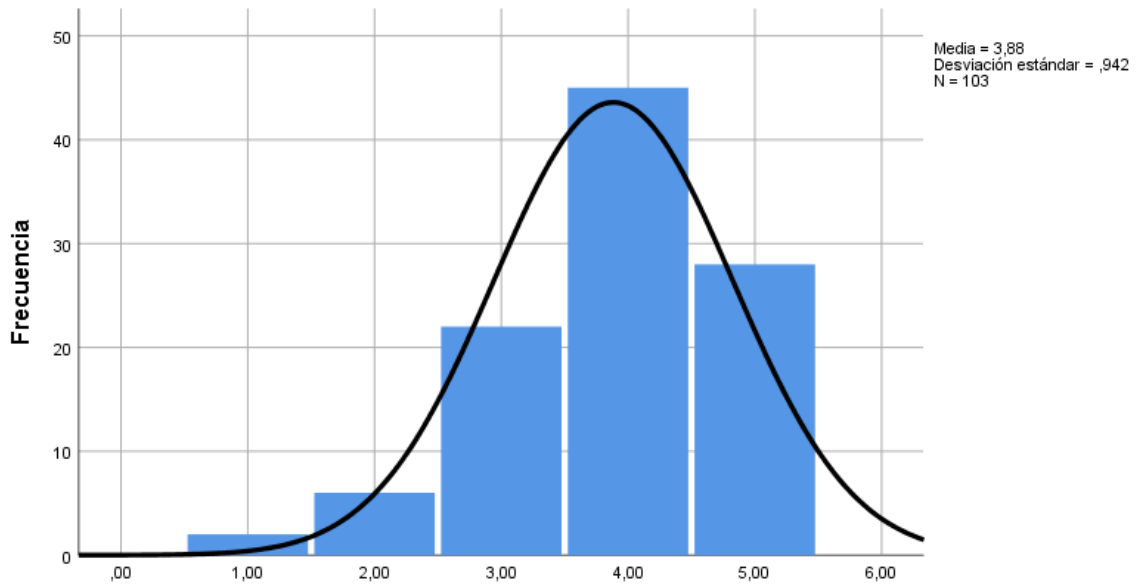
Gráfico 9.-B8.



En esta gráfica se puede apreciar el valor de la media aritmética, que es el valor característico de una serie de datos cuantitativos. En este caso la  $\bar{x} = 3,94$ . Se puede concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que “las emociones y la motivación desempeñan un papel importante en el proceso de aprendizaje”.

Gráfico 10.-B9.

**B9.-La incorporación de diferentes sentidos en el proceso de aprendizaje mejora la comprensión y retención de la información.**

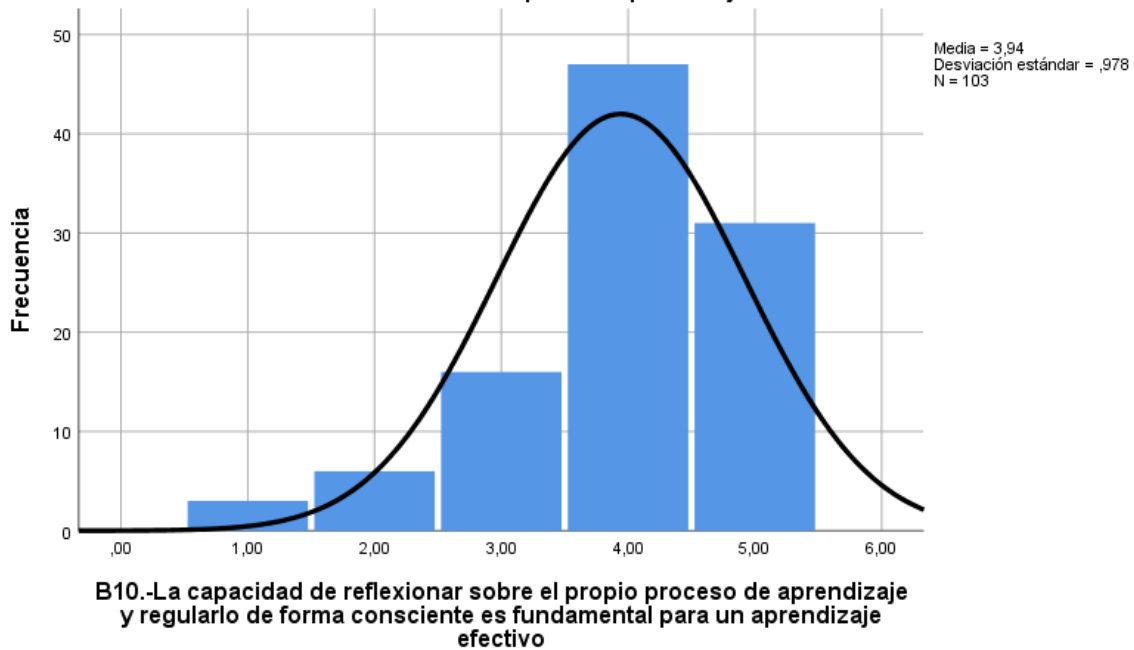


**B9.-La incorporación de diferentes sentidos en el proceso de aprendizaje mejora la comprensión y retención de la información.**

Se puede concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que “la incorporación de diferentes sentidos en el proceso de aprendizaje mejora la comprensión y retención de la información”, pues la  $\bar{x} = 3,88$ .

Gráfico 11.-B10.

**B10.-La capacidad de reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje y regularlo de forma consciente es fundamental para un aprendizaje efectivo**



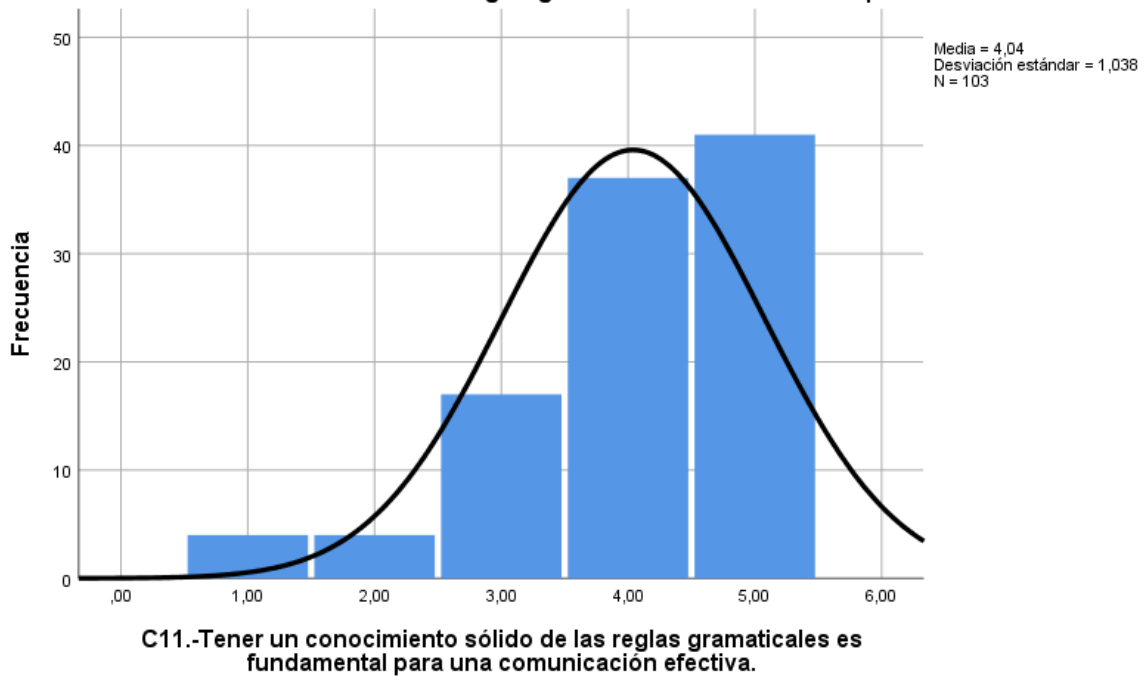
En esta gráfica se puede apreciar el valor de la media aritmética,  $\bar{x} = 3,94$ . Se puede concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que “la capacidad de reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje y regularlo de forma consciente es fundamental para un aprendizaje efectivo”.



### 8.3.-Dimensión C (Competencia lingüística)

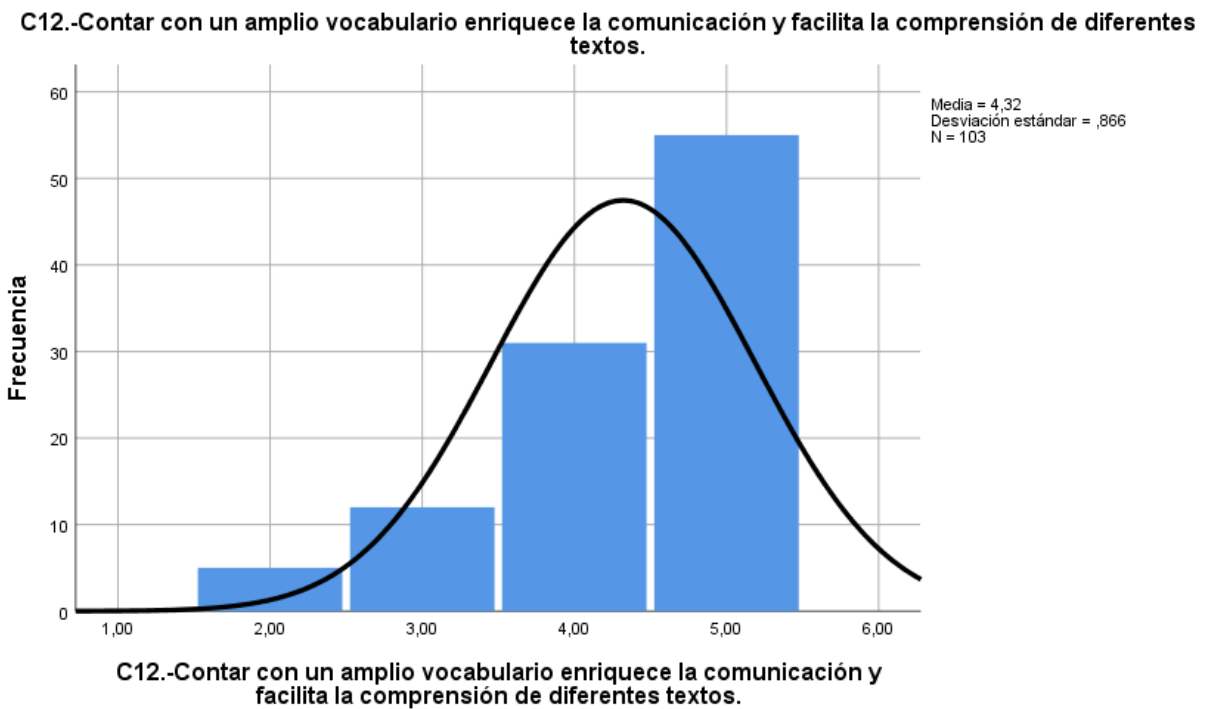
Gráfico 12.-C11.

**C11.-Tener un conocimiento sólido de las reglas gramaticales es fundamental para una comunicación efectiva.**



La  $\bar{x} = 4,04$ , permite concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que “tener un conocimiento sólido de las reglas gramaticales es fundamental para una comunicación efectiva”.

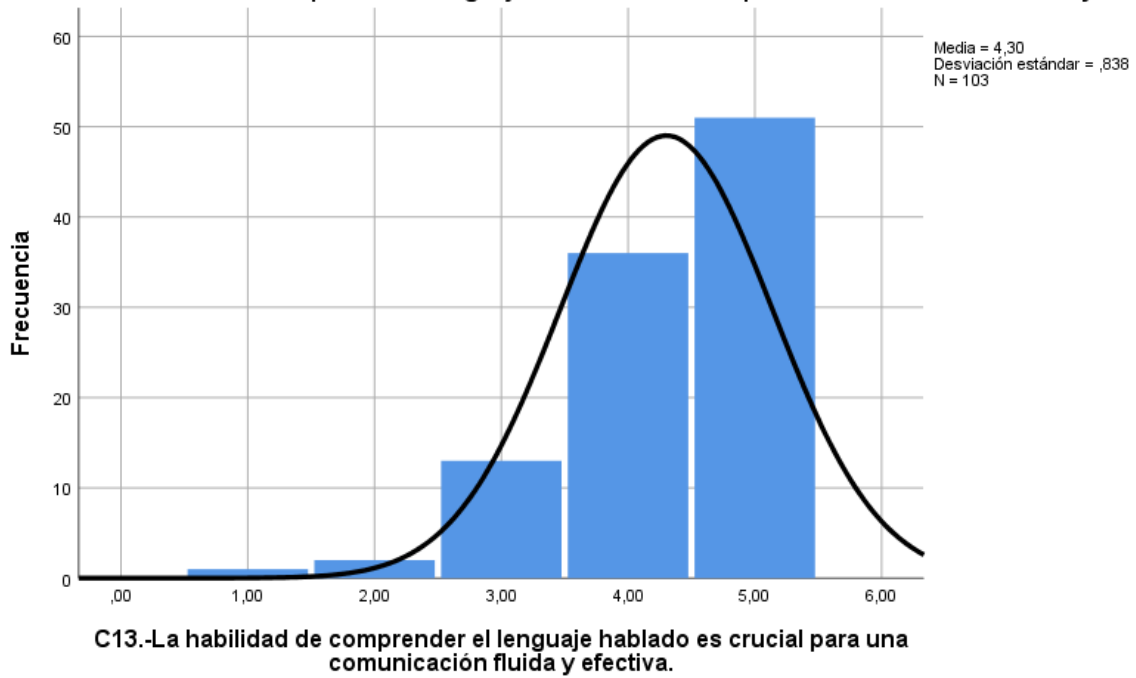
Gráfico 13.-C12.



En este caso la  $\bar{x} = 4,32$ . Se puede concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que “contar con un amplio vocabulario enriquece la comunicación y facilita la comprensión de diferentes textos”.

Gráfico 14.-C13.

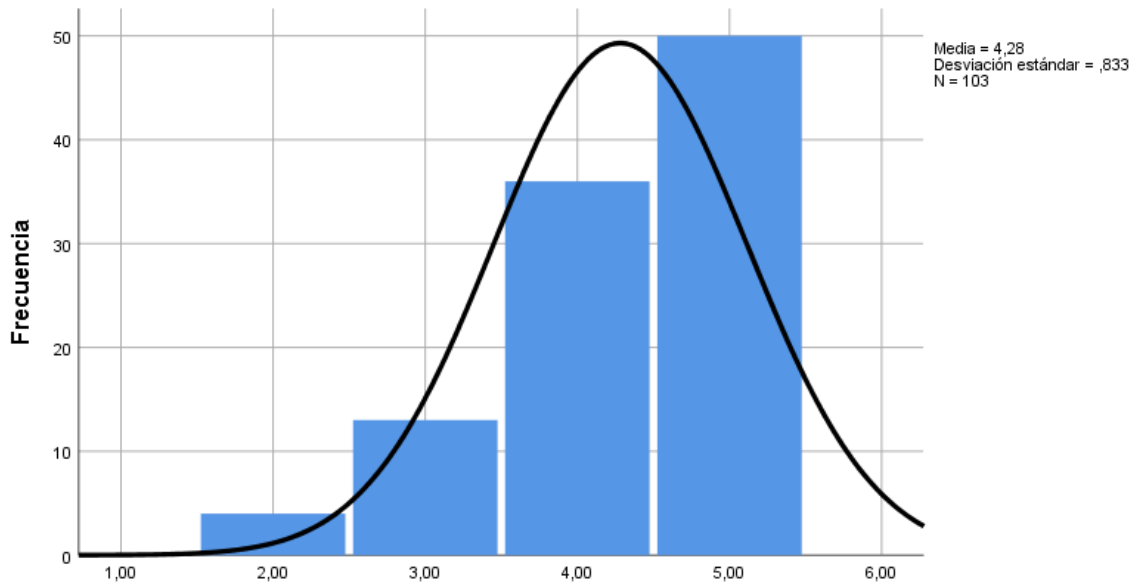
**C13.-La habilidad de comprender el lenguaje hablado es crucial para una comunicación fluida y efectiva.**



Los sujetos participantes se muestran “de acuerdo” en que “la habilidad de comprender el lenguaje hablado es crucial para una comunicación fluida y efectiva”, pues la  $\bar{x} = 4,30$ .

Gráfico 15.-C14.

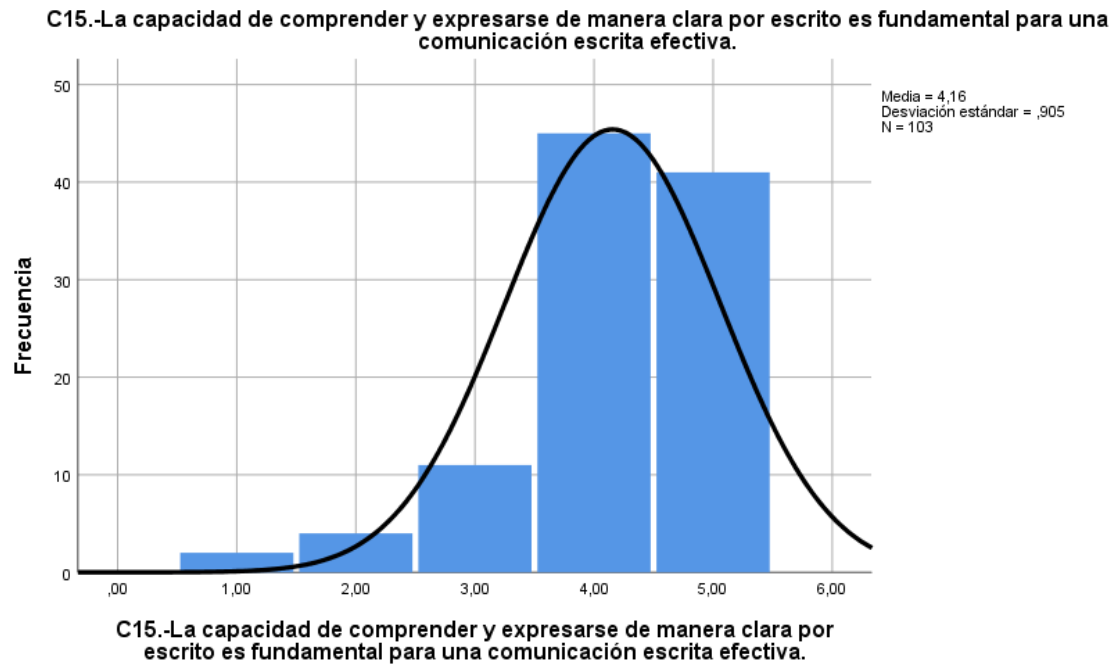
**C14.-Ser capaz de expresarse de manera clara y coherente oralmente es esencial para una comunicación exitosa.**



**C14.-Ser capaz de expresarse de manera clara y coherente oralmente es esencial para una comunicación exitosa.**

En esta gráfica se puede apreciar el valor de la media aritmética, que es el valor característico de una serie de datos cuantitativos. En este caso la  $\bar{x} = 4,28$ . Se puede concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que “ser capaz de expresarse de manera clara y coherente oralmente es esencial para una comunicación exitosa”.

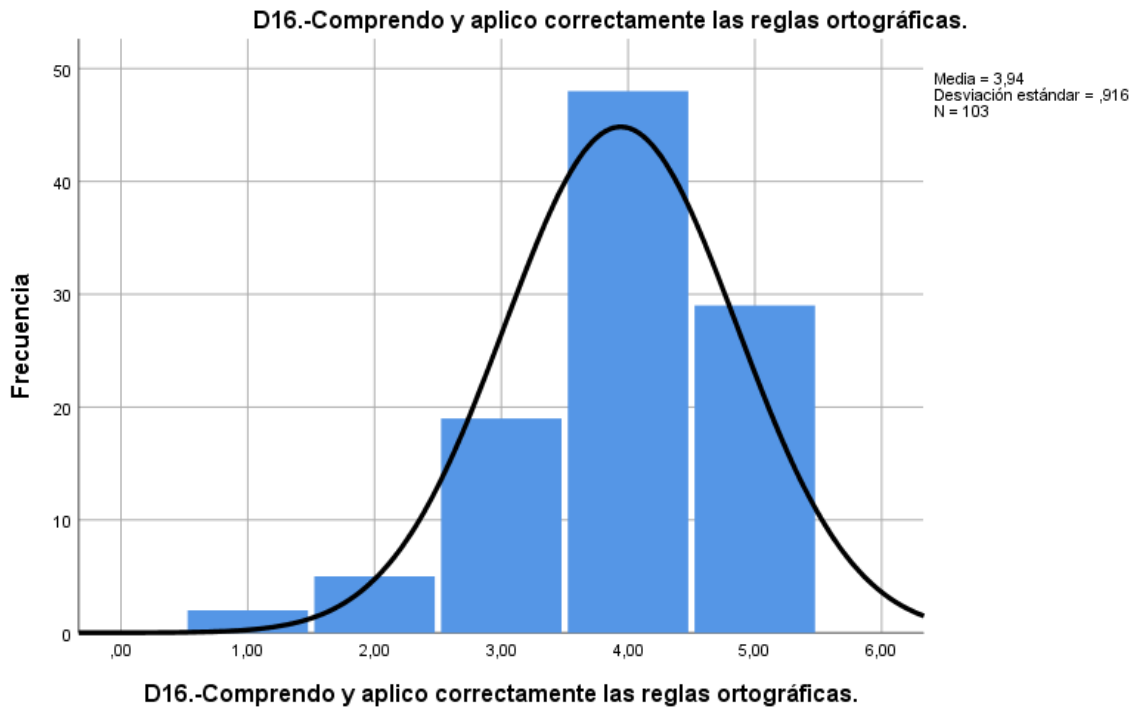
Gráfico 16.-C15.



En esta gráfica se puede apreciar el valor de la media aritmética, que es el valor característico de una serie de datos cuantitativos. En este caso la  $\bar{x} = 4,16$ . Se puede concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que “la capacidad de comprender y expresarse de manera clara por escrito es fundamental para una comunicación escrita efectiva”.

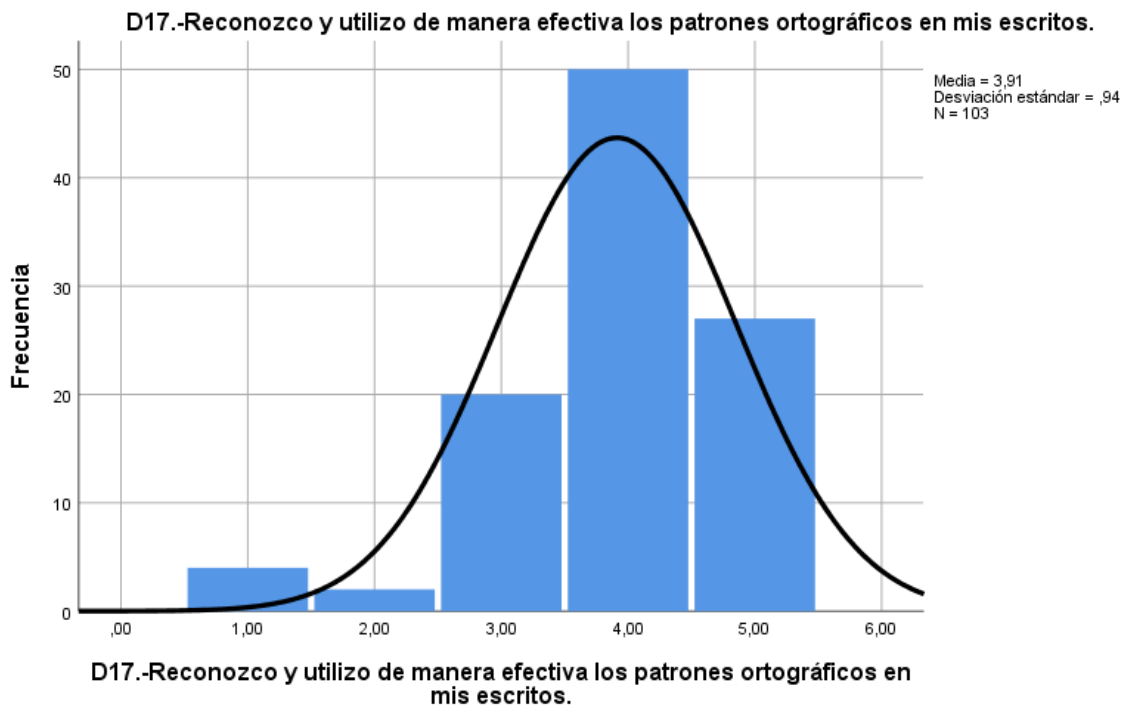
### 8.4.-Dimensión D (Aprendizaje de la ortografía)

Gráfico 17.-D16.



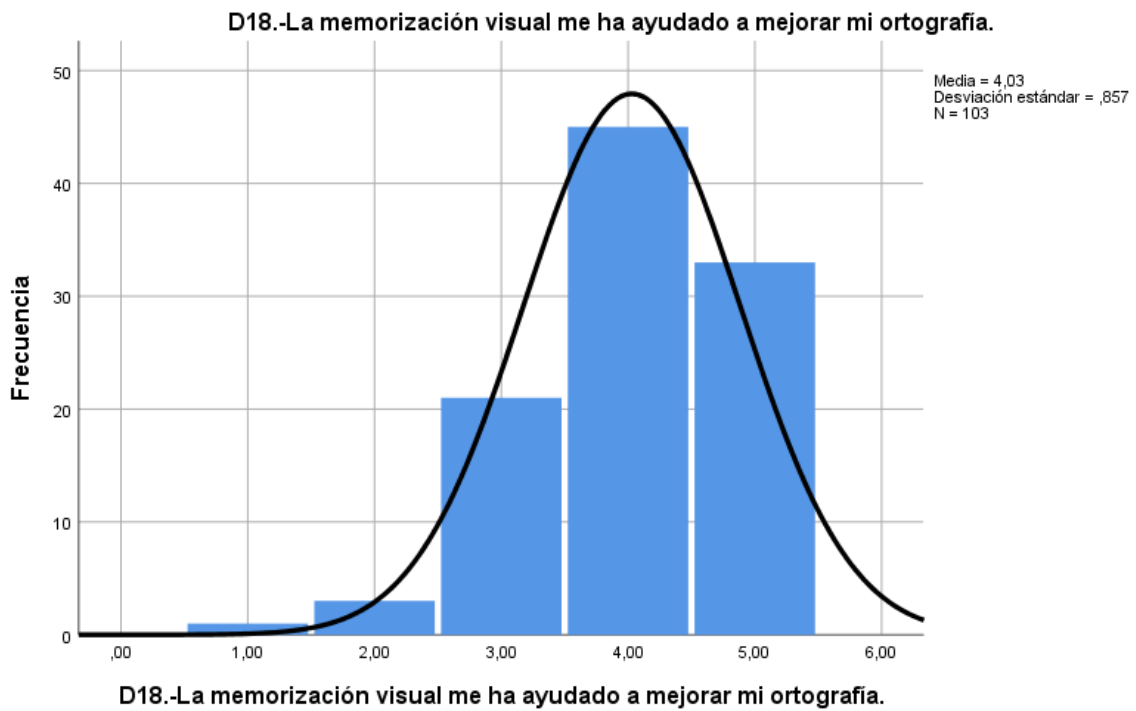
La media es de 3,94. Los participantes se muestran “de acuerdo” en que “comprendo y aplico correctamente las reglas ortográficas”.

Gráfico 18.-D17.



En esta gráfica se puede apreciar el valor de la media aritmética, que es el valor característico de una serie de datos cuantitativos. En este caso la  $\bar{x} = 3,91$ . La mayor concentración de los valores se encontraría entorno al 4,17. Se puede concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que “reconozco y utilizo de manera efectiva los patrones ortográficos en mis escritos”.

Gráfico 19.-D18.



En este caso la  $\bar{x} = 4,03$ , se puede concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que la “la memorización visual me ha ayudado a mejorar mi ortografía”.



Gráfico 20.-D19.

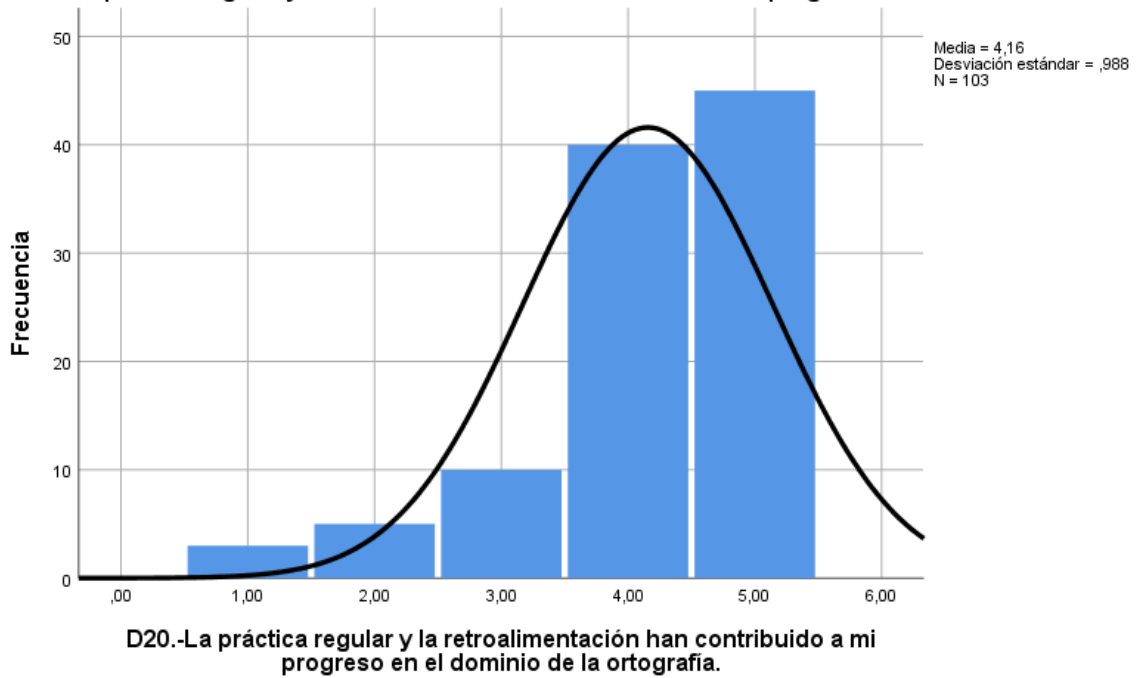
D19.-El uso del diccionario y otros recursos de referencia me resulta útil para resolver dudas ortográficas.



En este caso la  $\bar{x} = 4,02$ . Se puede concluir que las personas encuestadas se muestran “de acuerdo” en que “el uso del diccionario y otros recursos de referencia me resulta útil para resolver dudas ortográficas”.

Gráfico 21.-D20.

D20.-La práctica regular y la retroalimentación han contribuido a mi progreso en el dominio de la ortografía.



Los sujetos participantes se muestran “de acuerdo” en que la “la práctica regular y la retroalimentación han contribuido a mi progreso en el dominio de la ortografía”, pues la  $\bar{x} = 4,16$ .

## **CAPÍTULO 9.-ESTUDIO DE CORRELACIÓN DE LOS ÍTEMS DE LA ESCALA LIKERT**

**9.1.-Requisitos para realizar el análisis de correlación (prueba de normalidad)**

**9.2.-Análisis de correlación de las dimensiones del cuestionario (Rho de Spearman)**

## Introducción

El análisis de correlación es un tipo de información estadística, por lo que también es una técnica de análisis de información matemática. Incluye analizar la relación entre al menos dos variables. Los resultados deben mostrar la fuerza y la importancia de esta relación.

Para analizar la relación entre variables se utiliza el denominado "coeficiente de correlación". Se realizan sobre variables cuantitativas o cualitativas. Esto determinará si se calcula el coeficiente de correlación de Pearson, Spearman o Kendall. Si hablamos de correlación bivariada, es este. Existen otras correlaciones o medidas o intervalos como distancia, disimilitud de intervalos o conteos (conteo o binario) (por ejemplo, distancia euclidiana, cuadrado euclidiano, Chebyshev, bloque, Minkovs Base, etc.).

Cuando los datos siguen una distribución normal, se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson para comprobar si dos variables cuantitativas tienen una relación lineal entre sí, es decir, si cambian al mismo tiempo. Si no se satisface la normalidad, se utiliza la correlación de Spearman o Kendall. En nuestro caso, elegiremos el Rho de Spearman.

### 9.1.-Requisitos para realizar el análisis de correlación (prueba de normalidad)

Para realizar la prueba de normalidad hemos utilizado la prueba de Kolmogorov-Smirnov. La prueba K-S de una muestra es un procedimiento de "bondad de ajuste" que puede medir el grado de coherencia entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su propósito es indicar si los datos provienen de una población con una distribución teórica específica, es decir, probar si el valor observado puede provenir razonablemente de la distribución especificada. En la tabla 14 mostramos los resultados de K-S.

**Tabla 14.**

*Prueba de Kolmogorov-Smirnov*

<b>Resumen de contrastes de hipótesis</b>				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de A1.-Las reglas ortográficas son esenciales para escribir correctamente y evitar errores. es normal con la media 4,44 y la desviación estándar ,77548.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de A2.-Comprender los sonidos del lenguaje ayuda a mejorar la habilidad de escribir correctamente. es normal con la media 3,22 y la desviación estándar 1,31307.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
3	La distribución de A3.-Recordar cómo se ven las palabras escritas contribuye a evitar errores ortográficos. es normal con la media 3,98 y la desviación estándar ,90728.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.

4	La distribución de A4.-El uso de estrategias de aprendizaje adecuadas facilita el aprendizaje y la aplicación de las reglas ortográficas. es normal con la media 4,04 y la desviación estándar ,98425.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
5	La distribución de A5.-Mantener la atención y concentración durante la escritura es crucial para evitar errores ortográficos y mejorar la precisión en la escritura. es normal con la media 4,02 y la desviación estándar ,94952.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
6	La distribución de B6.-El cerebro tiene la capacidad de cambiar y adaptarse a lo largo de la vida, lo cual influye en el proceso de aprendizaje. es normal con la media 3,93 y la desviación estándar ,93160.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
7	La distribución de B7.-La capacidad de atención y la memoria son elementos fundamentales en el proceso de aprendizaje. es normal con la media 3,98 y la desviación estándar ,91802.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
8	La distribución de B8.-Las emociones y la motivación desempeñan un papel importante en el proceso de aprendizaje. es normal con la media 3,94 y la desviación estándar ,94791.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
9	La distribución de B9.-La incorporación de diferentes sentidos en el proceso de aprendizaje mejora la comprensión y retención de la información. es normal con la media 3,88 y la desviación estándar ,94247.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
10	La distribución de B10.-La capacidad de reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje y regularlo de forma consciente es fundamental para un aprendizaje efectivo es normal con la media 3,94 y la desviación estándar ,97845.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.

11	La distribución de C11.-Tener un conocimiento sólido de las reglas gramaticales es fundamental para una comunicación efectiva. es normal con la media 4,04 y la desviación estándar 1,03774.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
12	La distribución de C12.-Contar con un amplio vocabulario enriquece la comunicación y facilita la comprensión de diferentes textos. es normal con la media 4,32 y la desviación estándar ,86561.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
13	La distribución de C13.-La habilidad de comprender el lenguaje hablado es crucial para una comunicación fluida y efectiva. es normal con la media 4,30 y la desviación estándar ,83824.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
14	La distribución de C14.-Ser capaz de expresarse de manera clara y coherente oralmente es esencial para una comunicación exitosa. es normal con la media 4,28 y la desviación estándar ,83334.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
15	La distribución de C15.-La capacidad de comprender y expresarse de manera clara por escrito es fundamental para una comunicación escrita efectiva. es normal con la media 4,16 y la desviación estándar ,90486.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
16	La distribución de D16.-Comprendo y aplico correctamente las reglas ortográficas. es normal con la media 3,94 y la desviación estándar ,91636.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
17	La distribución de D17.-Reconozco y utilizo de manera efectiva los patrones ortográficos en mis escritos. es normal con la media 3,91 y la desviación estándar ,94045.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.

18	La distribución de D18.-La memorización visual me ha ayudado a mejorar mi ortografía. es normal con la media 4,03 y la desviación estándar ,85699.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
19	La distribución de D19.-El uso del diccionario y otros recursos de referencia me resulta útil para resolver dudas ortográficas. es normal con la media 4,02 y la desviación estándar ,88540.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
20	La distribución de D20.-La práctica regular y la retroalimentación han contribuido a mi progreso en el dominio de la ortografía. es normal con la media 4,16 y la desviación estándar ,98774.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
21	La distribución de Dimensión A.- Neuroparámetros ortográficos es normal con la media 3,95 y la desviación estándar ,63004.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
22	La distribución de Dimensión B.- Fundamentos neurodidácticos es normal con la media 3,94 y la desviación estándar ,66345.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,003 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
23	La distribución de Dimensión C.- Competencia lingüística es normal con la media 4,22 y la desviación estándar ,65170.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.
24	La distribución de Dimensión D.- Aprendizaje de la ortografía es normal con la media 4,01 y la desviación estándar ,70451.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>a</sup>	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

a. Lilliefors corregido



## 9.2.-Análisis de correlación de los ítems del cuestionario (Rho de Spearman)

La prueba K-S realizada recomienda rechazar la hipótesis nula, por lo que el conjunto de datos no sigue una distribución normal.

Para realizar la correlación, vamos a calcular el coeficiente de correlación de Spearman, que es una prueba no paramétrica cuando se desea medir la relación entre dos variables y no se cumple el supuesto de normalidad en la distribución de tales valores. Seguidamente y por cuestiones de efectividad, vamos a mostrar las correlaciones entre dimensiones, en lugar de ítems, que tienen valor significativo (tabla 15):

**Tabla 15.**

*Correlación rho de Spearman entre dimensiones*

			Dimensión A.- Neuroparámetros ortográficos	Dimensión B.- Fundamentos neurodidácticos	Dimensión C.- Competencia lingüística	Dimensión D.- Aprendizaje de la ortografía
Rho de Spear man	Dimensión A.- Neuroparámetros ortográficos	Coefficiente de correlación	1,000	,298**	,198*	,287**
		Sig. (bilateral)	.	,002	,046	,003
		N	102	102	102	102
	Dimensión B.- Fundamentos neurodidácticos	Coefficiente de correlación	,298**	1,000	,480**	,233*
		Sig. (bilateral)	,002	.	,000	,018
		N	102	103	103	103
	Dimensión C.- Competencia lingüística	Coefficiente de correlación	,198*	,480**	1,000	,356**
		Sig. (bilateral)	,046	,000	.	,000
		N	102	103	103	103
	Dimensión D.- Aprendizaje de la	Coefficiente de correlación	,287**	,233*	,356**	1,000

ortografía	Sig. (bilateral)	,003	,018	,000	.
	N	102	103	103	103

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

\* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Las correlaciones son:

Dimensión A→Dimensión B (.298)

Dimensión B→Dimensión C (.480)

Dimensión C→Dimensión B (.480)

Dimensión D→Dimensión C (.356)



## **CAPÍTULO 10.-CUASI-EXPERIMENTO**

### **10.1.-Introducción**

### **10.2.-Cuasi experimento**

### **10.3.-Sujetos, instrumentos y material**

### **10.4.-Procedimiento y diseño**

### **10.5.-Resultados**

## **10.1.-Introducción**

El cuasi-experimento es un tipo de investigación cuantitativa que se utiliza ampliamente en las ciencias sociales y la educación. Fue desarrollado como una alternativa a los experimentos "verdaderos" cuando no es factible o ético asignar aleatoriamente a los participantes a grupos experimentales y de control (Campbell & Stanley, 2015).

A diferencia de los experimentos verdaderos, en los cuasi-experimentos los sujetos no se asignan al azar a los grupos. En cambio, los grupos ya están formados antes del experimento (White & Sabarwal, 2014). Por ejemplo, en educación es común utilizar dos grupos de una clase o escuela diferente, uno como grupo experimental y otro como grupo de control.

El concepto de cuasi-experimento proviene de Donald Campbell y Julian Stanley, quienes lo presentaron en su influyente libro *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research* de 1963. Ellos argumentaron que en ausencia de asignación aleatoria, los investigadores podrían aprovechar grupos ya formados y luego intentar hacerlos equivalentes (apareamiento) (Campbell & Stanley, 2015).

Las principales ventajas del cuasi-experimento son su viabilidad, eficiencia y utilidad para evaluar intervenciones educativas y sociales en entornos reales. Sin embargo, su validez interna es menor comparada con los experimentos verdaderos. Los investigadores deben intentar controlar amenazas a la validez como la no equivalencia inicial de los grupos o efectos de historiales durante el experimento (White & Sabarwal, 2014).

## **10.2.-Cuasi experimento**

Con el propósito de colaborar en la búsqueda de soluciones didácticas, y a pesar de no contar con estudios previos similares en esta región africana que sirvan de referencia, decidimos observar si el comportamiento ortográfico en lengua materna difiere significativamente del que se realiza en una segunda lengua. Además, nos propusimos analizar si alguna de las variaciones lingüísticas, fonético-fonológicas, del español ecuatoguineano se reflejan en el lenguaje escrito.

### **10.3.-Sujetos, instrumentos y material**

#### **Sujetos**

Realizamos el experimento en 3 colegios públicos de Guinea Ecuatorial y en uno de España. Uno en Moka, provincia de Bioko Sur, otro en Malabo (Bioko Norte), el tercero en Bata (Provincia Litoral) y el cuarto en un colegio público de Segovia (España). Participaron un total de 240 alumnos distribuidos de la siguiente forma: 60 pertenecían a la etnia fang, 60 a la bubí, 60 a la ndowe y otros 60 eran españoles. Cada grupo étnico contaba con el mismo número de niños (30) que de niñas (30). De éstos, la mitad estaban escolarizados en tercer curso de educación primaria y la otra mitad en sexto. Los centros escolares se eligieron por sorteo y los participantes de forma aleatoria.

#### **Instrumentos y material**

##### La prueba

Elaboramos una prueba de 32 de palabras y las distribuimos en dos series de distinta longitud, con similar estructura y frecuencia de uso, y sometidas a los mismos criterios ortográficos. La primera serie formada por palabras bisílabas y la segunda por trisílabas. La selección del conjunto estimular ortográfico fue meticulosa, se eligió entre las que figuran como propias del primer ciclo de Educación Primaria en el Vocabulario Básico de la EGB, editado por el MEC de España y Espasa Calpe. Los diccionarios más modernos y elaborados que conocemos no disponen de una graduación de frecuencias similar.

Al construir la prueba elegimos una reducida muestra de palabras con dificultad ortográfica (b/v, ll/y, g/j, gu/qu/, c/z, rr/r, m ante p y b, h/-h-) en base a dos criterios: que alguna categoría representara parte de los hallazgos encontrados por los lingüistas en el lenguaje oral del español guineano y que todas las palabras estuvieran sometidas a norma convencional ortográfica. Así, la escritura de algunas palabras precisa usar el grafema h que no está asociado a ningún sonido / $\phi$ /, otras contienen fonemas que pueden ser transcritos gráficamente de más de una forma (/b/ como b y v, /x/ como g y j) y, en algunas, las reglas de conversión grafema-fonema dependen del contexto, es el caso de /k/ en k, c, q, de / $\theta$ / en c, z, o el de /g/ en g y gu, /rr/ en r y rr. También hemos seleccionado el uso de “m” ante /p/ y /b/ porque su correcta utilización obedece más a la memorización una regla ortográfica que a la aplicación consciente de las reglas de conversión de fonemas en grafemas.

#### La tarea

La tarea consistió en escribir al dictado las dos series de palabras. La modalidad de presentación fue la auditiva. Para lograr el mayor rigor posible utilizamos un programa informático y presentamos los estímulos, en las mismas condiciones a todos los sujetos, mediante un ordenador portátil con procesador, tarjeta de sonido y altavoces en pantalla. El orden de exposición de los estímulos fue aleatorio. Cada palabra se repetía dos veces seguidas, a excepción de los elementos de ensayo que se repitieron hasta comprobar que el sujeto comprendía el proceso. La secuencia de presentación fue la siguiente:



*Señales acústica y visual + silencio + estímulo auditivo + silencio + señales acústica y visual*

La señal acústica consistía en la emisión de la nota “*la*” con una intensidad de 500 Hz y una duración de 150 milisegundos. La señal visual era una cruz (el signo +) de color gris. Ambas coincidían en el tiempo y en la duración, el mismo que cada uno de los silencios. La secuencia de exposición estimular duraba 600 milisegundos más el tiempo de pronunciación de cada elemento. Tras escuchar la palabra, cada participante debía escribirla.

## **10.4.-Procedimiento y diseño**

### **Procedimiento**

El experimento se realizó colectivamente durante una banda horaria comprendida entre las 8:30 y las 11:30 horas. Antes de comenzar comprobábamos el correcto funcionamiento de los medios informáticos, explicábamos a los asistentes en qué consistía la prueba, aclarábamos sus dudas y realizábamos tres ensayos. Acabada la prueba se agradecía a los asistentes su participación. El periodo máximo de respuesta por estímulo lo fijamos en 10 segundos, transcurrido este periodo se procedía al cambio de estímulo. Las respuestas se realizaban por escrito en una hoja elaborada al efecto. Como procedimiento de control, procurábamos mantener constantes a lo largo del proceso las condiciones ambientales (local, iluminación, temperatura, etc.), personales y materiales.

### **Diseño**

Utilizamos un diseño factorial mixto de medidas repetidas (4x2x2x2x8). Las tres primeras variables, inter-sujetos, fueron: etnia (fang, bubu, ndowe y español), curso (3º y 6º) y género (niños y niñas). A efectos estadísticos clasificamos como etnia al grupo de alumnos españoles. Los factores intra-sujetos fueron: la longitud estimular (palabras bisílabas y trisílabas) y tipo de error ortográfico (b/v, ll/y, g/j, gu/qu/, c/z, rr/r, m ante p y b, h/-h-). Como variable dependiente utilizamos el número de palabras incorrectamente escritas. Consideramos que se producía un error cuando no se utilizaba el grafema correspondiente a la norma ortográfica convencional que afectaba el estímulo. Sólo computamos un error por palabra..

## 10.5.-Resultados

Realizamos dos tipos de análisis sobre los datos: cuantitativo (número de errores) y cualitativo (tipo de errores).

### Cómputo de errores

Hemos contabilizado la frecuencia de palabras incorrectamente escritas. En una misma palabra no podía computar más que un error, el resultante de la no aplicación de la oportuna regla ortográfica convencional explorada.

Las razones por las que se optó por esta modalidad de análisis fueron varias: algunas categorías elegidas estaban en consonancia con las dificultades encontradas por los lingüistas en sus investigaciones sobre lenguaje oral del español guineano y, por otro lado, suponíamos que el tipo de error permitiría intuir la ruta empleada al escribir la palabra. Así, quienes omiten la “h” o la “u” (en gu y qu) posiblemente estén utilizando la vía fonológica, mientras que quienes no las omiten o han recurrido a la ruta visual o tienen memorizada la regla ortográfica.

**Tabla 16.**

*Número y porcentaje de errores.*

		B/V	LL/Y	G/J	G/Q	C/Z	RR/R	M/P-B	H/-H	TOTAL	%
ERRORES	P.										
	CORTAS	122	71	162	124	104	114	46	234	<b>977</b>	40,84
	P. LARGAS	168	244	210	133	112	169	76	303	<b>1415</b>	59,16
	TOTAL	290	315	372	257	216	283	122	537	<b>2392</b>	100
	%	12,13	13,17	15,55	10,74	9,03	11,83	5,10	22,45		100

Sobre el total de las 7.680 palabras analizadas se observaron errores en 2.392,

lo que supone un porcentaje de 31,14. El 12,72 % (977) se produjeron en palabras cortas (bisílabas) y el 18,42 % (1.415) en largas (trisílabas).

Como se puede apreciar en la tabla nº 16, del total de errores (2.392), el 59,16 % se cometieron con las palabras más largas, las trisílabas, y el 40,84 % con las bisílabas. Si hacemos una distribución de errores teniendo en cuenta las categorías exploradas podemos observar que el 22,45 % de los errores están relacionados con el uso de “H”, en posición inicial o intercalada. Por el contrario, destaca el bajo porcentaje de errores (5,10 %) cometidos al escribir “M” antes de “P” o “B”, una de las escasas reglas gramaticales que suele memorizar el alumnado de forma permanente.

### **Tipos de error**

No se tuvieron en cuenta todas las categorías de errores (omisiones, lexicalizaciones, sustituciones, etc.). Sólo se consideraron las siguientes: sustituciones entre b/v, ll/y, g/j, c/z y rr/r, la no utilización de m ante p y b, las omisiones de la vocal en gu/qu o de h en cualquier posición de la palabra.

### **Factores inter-sujetos: efectos principales**

La tabla 17 muestra las medias y errores típicos de las variables principales

**Tabla 17.**

*Prueba de efectos inter-sujetos de las variables*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Etnia	122,221	3	40,740	61,233	,000
Género	,651	1	,651	,979	,324
Curso	73,704	1	73,704	110,779	,000
Etnia * Género	,886	3	,295	,444	,722
Etnia * Curso	,508	3	,169	,255	,858
Género * Curso	,126	1	,126	,189	,664
Error	149,033	224	,665		

**Etnia**

El MANOVA mostró que la variable etnia, como efecto principal, fue significativa,  $F(3,224) = 61,233$ ,  $MCE = 40,740$ ,  $p < 0,001$ .

A la luz de los resultados, cuando la comparación se establece entre las medias de errores obtenidas por el grupo de alumnos españoles y las alcanzadas por los grupos étnicos ecuatoguineanos participantes, las diferencias son significativas.

Sin embargo, si se comparan entre si las diferencias de medias producidas por las etnias principales de Guinea Ecuatorial, fang (0,697), bubí (0,770) y ndowe (0,707), no son significativas. Conviene apreciar que el grado de significatividad de esas diferencias entre las etnias fang y bubí fue marginal, se encuentra prácticamente en el límite (,051).

La tabla 18 muestra los resultados de esta variable.

**Tabla 18.**

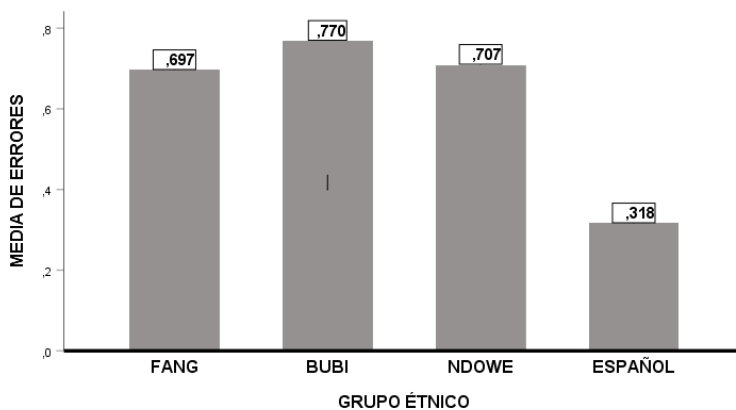
*Grupos étnicos. Comparación de medias por parejas*

GRUPO ÉTNICO					95% de intervalo de confianza para diferencia	
(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
FANG (,697)	BUBI (,770)	-,073	,037	,051	-,146	,000
	NDOWE (,707)	-,010	,037	,780	-,084	,063
	ESPAÑOL (,318)	<b>,379*</b>	,037	<b>,000</b>	,306	,453
BUBI	FANG	,073	,037	,051	,000	,146
	NDOWE	,062	,037	,095	-,011	,136
	ESPAÑOL	<b>,452*</b>	,037	<b>,000</b>	,379	,525
NDOWE	FANG	,010	,037	,780	-,063	,084
	BUBI	-,062	,037	,095	-,136	,011
	ESPAÑOL	<b>,390*</b>	,037	<b>,000</b>	,316	,463
ESPAÑOL	FANG	<b>-,379*</b>	,037	<b>,000</b>	-,453	-,306
	BUBI	<b>-,452*</b>	,037	<b>,000</b>	-,525	-,379
	NDOWE	<b>-,390*</b>	,037	<b>,000</b>	-,463	-,316

Se basa en medias marginales estimadas \* La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

**Gráfico 22.**

*Media de errores por cada una de los grupos étnicos*



## Curso

El MANOVA mostró que la variable curso, como efecto principal, fue significativa.  $F(1,224) = 110,779$ ,  $MCE = 0,665$ ,  $p < 0.001$ . La media de errores producidos por los alumnos de tercer curso (0,761) casi duplicaba a la obtenida por los de 6º (0,464.).

### Tabla 19.

*Curso: comparación de medias*

(I) Curso	(J) Curso	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	95% de intervalo de confianza para diferencia	
					Intervalo inferior	Intervalo superior
tercero	sexto	,277*	,026	,000	,225	,329
Basada en medias marginales estimadas * . La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.						

Esto permite suponer que los alumnos de 6º de educación primaria, en comparación con los de 3º, al ser más expertos en lectura gozan de un bagaje léxico más amplio.

## Género

El efecto principal de la variable *género* resultó ser no significativo.  $F(1,224) = ,071$ ,  $MCE = ,979$ ,  $p > 0.05$ . La media de errores producidos por los varones (0,636) es sólo ligeramente superior a los cometidos por las hembras (0,610).

### Factores inter-sujetos: interacciones dobles

No resultaron significativas ninguna de las interacciones dobles de las variables inter-sujetos: *etnia\*género*,  $F(3,224) = 0,444$ ,  $MCe = 0,295$ ,  $p > 0,05$ ; *etnia\*curso*,  $F(3,224) = 0,255$ ,  $MCe = 0,169$ ,  $p > 0,05$  y *curso\*género*,  $F(1,224) = 0,189$ ,  $MCe = 0,126$ ,  $p > 0,05$ .

### Factores intra-sujetos: efectos principales

#### Longitud

El manova puso de manifiesto que la variable *longitud*, como efecto principal, es significativo,  $F(1, 224) = 237,599$ ,  $MCe = 49,959$ ,  $p < 0,001$ . Resultados que dejan constancia de la influencia de la variable longitud en el número de errores.

#### Tabla 20.

#### *Longitud estimular: comparación de medias*

(I) Longitud	(J) Longitud	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	95% de intervalo de confianza para diferencia	
					Límite inferior	Límite superior
TRISÍLABAS	BISÍLABAS	,228*	,015	,000	,199	,257

Se basa en medias marginales estimadas \* La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

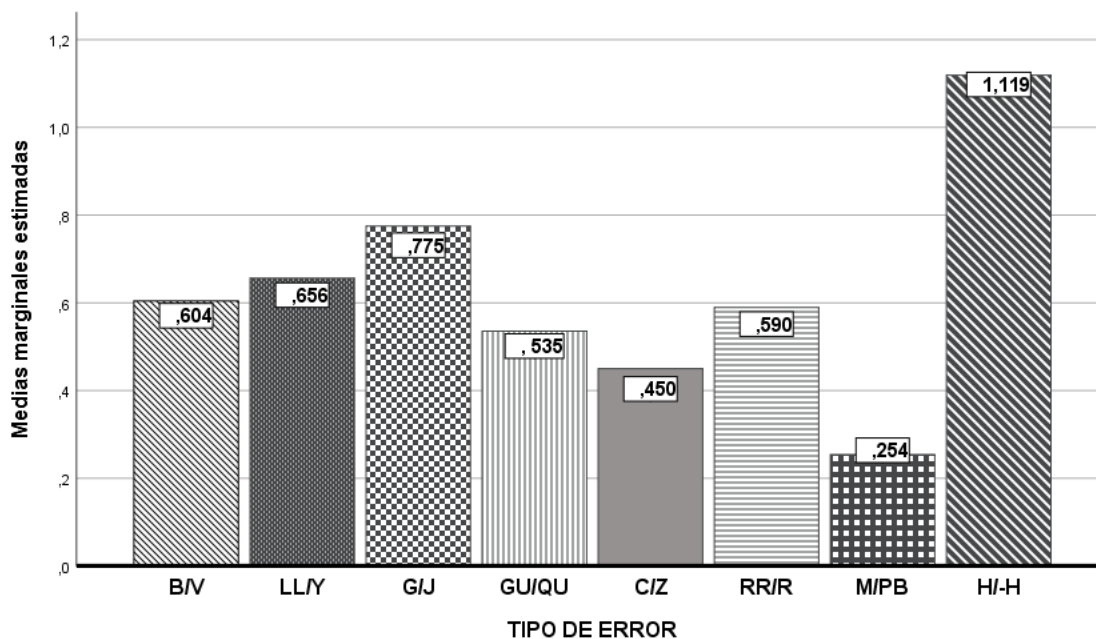


### Tipo de error

Igualmente, la variable *tipo de error* como efecto principal resultó significativa,  $F(7,224) = 96,894$ ,  $MCE = 30,520$ ,  $p < 0,001$ .

### Gráfico 23.

Media de errores por categoría explorada



### Factores intra-sujetos: Interacciones dobles

Resultaron significativas las interacciones dobles *tipo de error\*etnia*, *tipo de error\*curso*, *longitud\*curso*, ***tipo de error\*género***:  $F(7/1568) = 4,803$ ,  $MCE = 2,449$ ,  $p < 0,05$  y ***longitud\*tipo de error***:  $F(7/1568) = 28,720$ ,  $MCE = 5,714$ ,  $p < 0,001$ .

Por el contrario, no resultaron significativas las interacciones dobles *longitud* \* *etnia* :  $F(3,224) = 0,520$ ,  $MCE = 0,109$ ,  $p > 0,05$  y *longitud*\**género* :  $F(1,224) = 1,605$ ,  $MCE = 0,338$ ,  $p > 0,05$ .

**Tabla 21.**

*Pruebas de efectos intra-sujetos*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Longitud	49,959	1	49,959	237,599	0,000
Longitud * género	0,338	1	0,338	1,605	0,206
Longitud * curso	1,926	1	1,926	9,160	0,003
Error(Longitud)	47,100	224	0,210		
Tipo de error	213,642	7	30,520	96,894	0,000
Tipo de error * Etnia	31,771	21	1,513	4,803	0,000
Tipo de error * género	5,399	7	0,771	2,449	0,017
Tipo de error * curso	35,829	7	5,118	16,250	0,000
Error(Tipo de error)	493,900	1568	0,315		
Longitud * Tipo de error	39,999	7	5,714	28,720	0,000
Error(Longitud*Tipo de error)	311,967	1568	0,199		

Tipo de error\*etnia

La interacción *tipo de error*\**etnia* resultó significativa:  $F(21/1568) = 4,803$ ,  $MCE = 1,513$ ,  $p < 0,001$ .

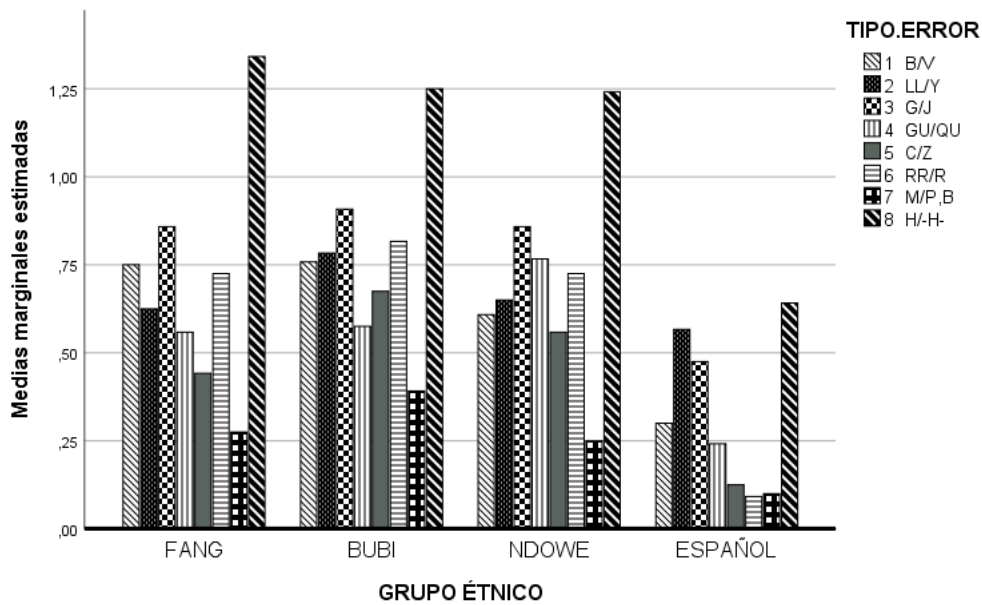
**Tabla 22.**

Medias en la interacción *tipo de error\*etnia*

TIPO DE ERROR	MEDIAS DE ERRORES OBTENIDAS EN CADA GRUPO			
	FANG	BUBI	NDOWE	ESPAÑOL
b/v	,750	,758	,608	,300
ll/y	,625	,783	,650	,567
g/j	,858	,908	,858	,475
qu/gu	,558	,575	,767	,242
c/z	,442	,675	,558	,125
rr/r	,725	,817	,725	,092
m/p.b	,275	,392	,250	,100
h/-h-	1,342	1,250	1,242	,642

**Gráfico 24.**

Medias de errores en la interacción *etnia\*categoria de error*



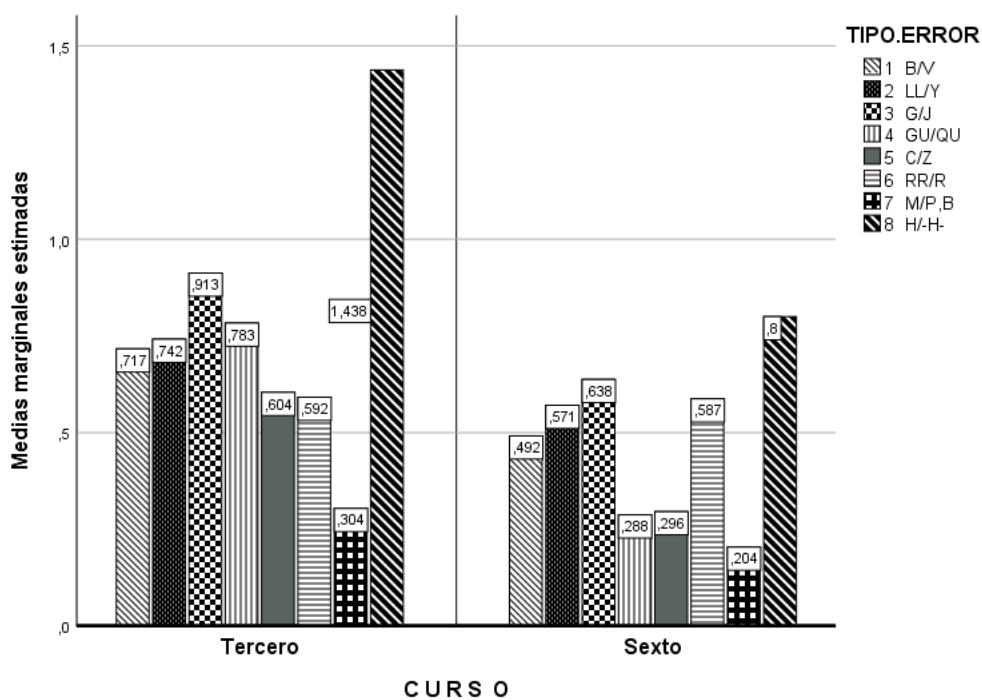
El análisis de resultados pone de manifiesto que la media de errores del grupo de alumnos bubí es superior a la del resto de los grupos en casi todas las modalidades de error (b/v, ll/y, g/j, c/z, rr/r, m/p,b); sólo en el tipo de error “ h/-h-” la media de errores del grupo fang (1,342) supera a la obtenida por la etnia bubí (1,250); al igual que ocurre con la alcanzada por los ndowe (,767) en relación a los bubí (,575) en la modalidad de error “ qu/gu” aunque tales diferencias, en ningún caso, sean significativas.

Tipo de error\*curso

La interacción *tipo de error\*curso*, también resultó significativa:  $F(7/1568) = 16,250$ ,  $MCE = 5,118$ ,  $p < 0,001$

**Gráfico 25.**

*Medias de errores en la interacción curso\*categoría de error*



Como muestra el gráfico 25, las medias de errores de los alumnos de 3º son superiores a las alcanzadas por los de 6º en todas las categorías de errores, siendo las diferencias altamente significativas. En los tipos de error relacionados con el uso de GU/QU o de C/Z, las medias de errores de los alumnos de menor edad duplica ampliamente la alcanzada por sus compañeros mayores. Sin embargo, en el tipo de error RR/R las medias de errores de los alumnos de tercero (,592) se iguala, prácticamente, a la de los alumnos de sexto (,587).

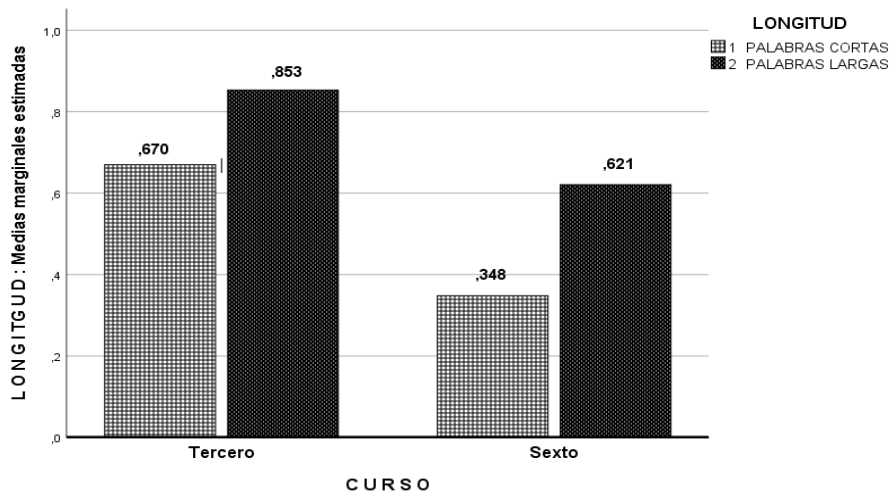
Al ordenar en forma decreciente la tipología, de acuerdo a las medias de error obtenidas, se puede observar que salvo las dos que acabamos de mencionar (GU/QU y RR/R), siguen la misma pauta en ambos cursos: H, G/J, LL/Y, B/V, C/Z y M antes de P y B.

Longitud \* curso

La interacción *longitud\*curso* resultó significativa:  $F(1/224) = 9,160$ ,  $MCE = 1,926$ ,  $p < 0,05$

### Gráfico 26.

Medias de errores en la interacción curso\*longitud estimular



El alumnado de tercer curso alcanzó una media de errores (.670) muy superior a la de sus compañeros de sexto curso (.348) en la escritura de palabras cortas (bisílabas); la diferencia de media de errores entre dichos cursos también resultó significativa en las palabras más largas (trisílabas).



## **TERCERA PARTE: ANÁLISIS DE LOS DATOS**

### **CAPÍTULO 11.-ANÁLISIS DE LOS DATOS**

#### **11.1.-Análisis factorial exploratorio**

#### **11.2.-Análisis descriptivo**

#### **11.3.-Análisis correlacional**

#### **11.4.-Análisis de los datos del cuasi-experimento**



### **11.1.-Análisis factorial exploratorio**

El análisis factorial realizado tenía como propósito exploratorio identificar la estructura subyacente de las relaciones entre 20 variables agrupadas conceptualmente en 4 dimensiones teóricas:

1. Neuro-parámetros ortográficos
2. Fundamentos neurodidácticos
3. Competencia lingüística
4. Aprendizaje de la ortografía

Inicialmente, se verificó la pertinencia de aplicar el análisis factorial a estos datos. La prueba de Bartlett resultó significativa ( $p < 0.05$ ) y el índice KMO fue adecuado ( $> 0.7$ ), confirmando que tenía sentido continuar con esta técnica.

Tras la extracción de factores por el método de componentes principales y la rotación Varimax, se retuvieron 6 factores que en conjunto explican el 67.13% de la varianza total. El primer factor es el más relevante, al explicar por sí solo el 30.49%.

En cuanto a la interpretación del factor 1, este agrupa principalmente ítems de las dimensiones A, B, C y D, relacionados con: reglas ortográficas, atención, memoria, motivación emocional, comunicación oral y escrita efectiva, y aprendizaje-aplicación de la ortografía. Por lo tanto, integra variables de los 4 dominios teóricos propuestos.

Respecto a la fiabilidad, se obtuvo un alfa de Cronbach total de 0.863, indicando una muy buena consistencia interna de los ítems analizados. Este valor se mantiene adecuado (0.869) al considerar únicamente los ítems del factor 1.

El análisis factorial permitió, pues, identificar las interrelaciones entre variables teóricas de diferente naturaleza que subyacen al aprendizaje de la ortografía en una segunda lengua. Se determinó un factor principal que agrupa elementos de los 4 dominios conceptuales, con una muy buena cohesión interna entre sus variables asociadas.

## 11.2.-Análisis descriptivo

Al observar las medias de los ítems agrupados por dimensiones teóricas se aprecia lo siguiente:

### Dimensión A - Neuroparámetros ortográficos

Esta dimensión explora la relevancia otorgada a ciertos procesos y habilidades cognitivas vinculados con el aprendizaje ortográfico. Las medias obtenidas indican que los participantes valoran en general estos elementos como importantes.

Se observa que reglas ortográficas (A1) alcanza el mayor acuerdo en toda la escala ( $\bar{x}=4.44$ ). Esto señala que las personas encuestadas consideran muy necesario el conocimiento de las convenciones ortográficas para escribir correctamente y cometer menos errores.

Por otro lado, la media más baja se presenta en el ítem comprensión de sonidos del lenguaje (A2,  $\bar{x}=3.33$ ), con una posición de relativa indecisión sobre su contribución a mejorar la escritura precisa. Este constituye un aspecto fonológico menos valorado en comparación a otros componentes.

Los demás indicadores sobre memoria visual de palabras (A3), uso de estrategias metacognitivas (A4) y control atencional (A5) durante la escritura se ubican entre 3.98 y 4.02. Son ubicados dentro de la categoría "de acuerdo", aunque en menor medida que las reglas ortográficas.

## Dimensión B - Fundamentos neurodidácticos

Esta sección explora la valoración de conceptos básicos de la neuroeducación y neurodidáctica aplicados al aprendizaje en general. Las puntuaciones medias son muy similares entre los ítems, fluctuando entre 3.88 y 3.98, ubicándose dentro de la categoría "de acuerdo".

Por ejemplo, la neuroplasticidad cerebral (B6,  $\bar{x}$ =3.93) es considerada como un elemento que influye en el aprendizaje. Del mismo modo, la atención, memoria (B7), emociones y motivación (B8) son vistos como factores fundamentales que mediatizan este proceso.

Asimismo, la incorporación de diferentes sentidos (B9,  $\bar{x}$ =3.88) y la metacognición (B10,  $\bar{x}$ =3.94) son ubicados dentro de esta posición de acuerdo sobre su repercusión para mejorar la comprensión, retención y regulación del aprendizaje.

En síntesis, los participantes del estudio evidencian una percepción positiva sobre estos conceptos neuroeducativos, reconociendo su impacto en la optimización de los procesos de adquisición de conocimientos y habilidades. Las pequeñas variaciones entre medias no son lo suficientemente amplias como para establecer diferencias en la valoración de los distintos componentes abordados.

## Dimensión C - Competencia lingüística

Esta sección evalúa la percepción sobre elementos centrales de la competencia lingüística y comunicativa necesarios para un desempeño efectivo en un idioma. Se aprecian las puntuaciones medias más altas de toda la escala después del ítem A1, fluctuando entre 4.04 y 4.32.

Por ejemplo, el manejo de vocabulario (C12,  $\bar{x}$ =4.32) es considerado como un aspecto muy relevante que enriquece la comunicación oral y escrita. De igual forma, la comprensión auditiva (C13,  $\bar{x}$ =4.30) es altamente valorada por su contribución a la fluidez comunicativa.

Otros componentes como el conocimiento gramatical (C11,  $\bar{x}$ =4.04), la expresión oral coherente (C14,  $\bar{x}$ =4.28) y la comprensión lectora con expresión escrita clara (C15,  $\bar{x}$ =4.16) son también ubicados dentro de esta categoría de acuerdo sobre su importancia.

Con todo esto, los participantes evidencian una percepción muy favorable sobre estos elementos lingüísticos, comunicativos y meta-comunicativos, reconociéndolos como fundamentales para dominar de forma integral un idioma, especialmente en contextos académicos y formales. Destacan ligeramente por sobre otros los factores de vocabulario y comprensión auditiva.

#### Dimensión D - Aprendizaje de la ortografía

Esta sección se enfoca en la valoración de estrategias y recursos específicos para la mejora en el aprendizaje de la ortografía de un segundo idioma. Al igual que las dimensiones previas, se aprecian puntuaciones medias en la categoría "de acuerdo", fluctuando entre 3.91 y 4.16.

Por ejemplo, la aplicación de reglas ortográficas (D16,  $\bar{x}$ =3.94) y el uso de patrones de escritura (D17,  $\bar{x}$ =3.91) son considerados como aspectos relevantes que los participantes logran comprender y utilizar de manera efectiva.

Del mismo modo, la memorización visual de palabras (D18,  $\bar{x}$ =4.03), el uso de diccionarios y otras herramientas de apoyo (D19,  $\bar{x}$ =4.02) y la práctica guiada con

retroalimentación (D20,  $\bar{x}=4.16$ ) son altamente valorados por su contribución al dominio progresivo de la ortografía en un segundo idioma.

En síntesis, desde la experiencia de los participantes, estos componentes instruccionales resultan elementos útiles para complementar el conocimiento conceptual y las habilidades de procesamiento necesarias para consolidar un desempeño ortográfico preciso en la escritura en la lengua meta. Destaca levemente sobre otros la relevancia adjudicada a la retroalimentación.

En general, las medias de las puntuaciones en los 20 ítems del cuestionario se ubican en el rango de 3,33 a 4,44, indicando que las valoraciones de los participantes tienden a distribuirse entre "indiferente/indeciso" y "de acuerdo".

Las puntuaciones más bajas se observan en el ítem A2 ( $\bar{x}= 3,33$ ), mientras que las más altas ocurren en A1 ( $\bar{x}= 4,44$ ). 13 de los ítems presentan medias superiores a 4, ubicándose en la categoría "de acuerdo". Estos ítems corresponden a las dimensiones: reglas ortográficas, atención, memoria, motivación, comunicación oral/escrita efectiva y aprendizaje/aplicación de la ortografía. Los ítems con las valoraciones más positivas son C12 ( $\bar{x}= 4,32$ ) sobre la importancia del vocabulario, C13 ( $\bar{x}= 4,30$ ) sobre comprensión del lenguaje hablado, C14 ( $\bar{x}= 4,28$ ) sobre expresión oral efectiva y D20 ( $\bar{x}= 4,16$ ) sobre la contribución de la práctica y retroalimentación al aprendizaje de la ortografía. Por tanto, en términos generales se aprecia una percepción favorable de los participantes sobre la relevancia de los elementos indagados para el aprendizaje de la ortografía en un segundo idioma.

### **11.3.-Análisis correlacional**

La primera correlación entre Dimensión A (Neuroparámetros ortográficos) y Dimensión B (Fundamentos neurodidácticos) es positiva, pero relativamente débil ( $\rho = 0.298$ ). Esto quiere decir que en alguna medida tener más conocimiento de los procesos cognitivos implicados en la escritura (por ej. atención, memoria visual) se relaciona con una mejor comprensión de conceptos básicos de neuroeducación (por ej. plasticidad cerebral, emociones), aunque de manera tenue.

Una posible explicación es que el aprendizaje de la ortografía involucra el desarrollo de destrezas específicas, distintas de las nociones teóricas generales sobre funcionamiento cerebral y optimización de la enseñanza que provee la neurodidáctica. Por ende, ambos dominios mostrarían cierto vínculo, pero no absoluto.

La segunda y más fuerte correlación se presenta entre Dimensión B y Dimensión C (Competencia lingüística) con  $\rho=0.480$ . Esto señala que a mayor conocimiento de la neurodidáctica, mayor tiende a ser el dominio de habilidades comunicativas del idioma (vocabulario, expresión oral/escrita, comprensión auditiva/lectora). Es posible que al ser la neurodidáctica un campo orientado a la enseñanza-aprendizaje efectiva en contextos educativos formales, se asocie especialmente con el aprendizaje de aspectos académicos del lenguaje.

Por último, la relación entre competencia lingüística (Dimensión C) y logros en el

aprendizaje de la ortografía (Dimensión D) es débil, aunque positiva ( $\rho=0.356$ ). Esto indicaría que el dominio comunicativo general del idioma contribuye solo parcialmente a la mejora de las habilidades de escritura precisa. Se requeriría reforzar este componente con estrategias específicas (visuales, práctica guiada, retroalimentación) dada su complejidad.

En síntesis, se identifica un vínculo fuerte entre conocimientos neurodidácticos y dominio de aspectos comunicativos del lenguaje, pero no con las habilidades gráficas. Las correlaciones entre estas últimas dimensiones son parciales, dejando espacio a otros factores implicados.



#### **11.4.-Análisis de datos del cuasi-experimento**

Se contó con una muestra de 240 estudiantes de primaria de Guinea Ecuatorial, mitad niños y mitad niñas. Fueron seleccionados equitativamente 60 participantes de cada uno de los grupos étnicos mayoritarios del país (fang, bubi y ndowe) y 60 escolares españoles (como grupo de control con español nativo). Asimismo, cada segmento étnico y de nacionalidad española se dividió en partes iguales entre alumnos de tercer curso (edad promedio 8 años) y sexto grado (edad promedio 11 años).

Se aplicó una prueba ortográfica de dictado compuesta por 32 palabras, mitad bisílabas y mitad trisílabas. Las palabras fueron seleccionadas considerando su inclusión en listados de vocabulario habitual para los primeros grados de primaria. Se indagó la presencia de errores en diversas categorías normativas del español (b/v, ll/y, m ante p o b, etc.).

Se computó una medida cuantitativa de errores, diferenciando tipología y longitud de palabras. Se realizaron comparaciones considerando como variables independientes la etnia, el género, el curso académico y características lingüísticas de los ítems.

En términos generales, al comparar por nacionalidad se halló una cantidad significativamente mayor de errores ortográficos en los grupos guineanos que en españoles ( $p < 0.001$ ), siendo estos últimos hispanohablantes nativos.

Entre los guineanos, la diferencia en la media de fallos entre etnias no alcanzó a ser significativa estadísticamente, aunque el grupo bubi presentó las puntuaciones más elevadas en 7 de las 8 categorías evaluadas.

Asimismo, independiente de la etnia o nacionalidad, los alumnos de tercer grado tuvieron un desempeño muy inferior en comparación a los de sexto, con casi el doble de errores promedio ( $p < 0.001$ ).

En cuanto a variables lingüísticas, las palabras trisílabas generaron más dificultades que las bisílabas ( $p < 0.001$ ). Y en la interacción etnia\*tipo de error, la categoría más fallida en todos los segmentos fue la ausencia o uso incorrecto de la letra “h”, seguida por confusiones “g/j”.

Los resultados de este estudio ponen en evidencia una brecha significativa en el conocimiento internalizado de las convenciones ortográficas del español entre hablantes nativos (escolares españoles) y hablantes de español como segunda lengua (grupos étnicos guineanos), aun cuando ambos grupos tienen igualdad de grados de escolaridad primaria. Esto es, los hispanohablantes nativos demostraron un dominio claramente superior de las reglas ortográficas formales y academicistas de la escritura en español en comparación a los estudiantes guineanos que utilizan este idioma como lengua vehicular de instrucción, mas no materna.

El hecho de que los alumnos guineanos de mayor edad y nivel educativo (6° grado) hayan exhibido significativamente menos errores que los de cursos iniciales (3° grado), sugiere la gran importancia que tiene la exposición reiterada y prolongada en el tiempo a diversos vocablos escritos, para afianzar adecuadamente la representación de sus patrones ortográficos en la memoria a largo plazo.

Asimismo, el impacto modulador que ejercieron variables estrictamente lingüísticas como la longitud de las palabras o la aplicación de determinadas normas contextuales (uso de b/v, h, etc.), da cuenta de la complejidad subyacente

que conlleva dominar las numerosas reglas y sus excepciones, que rigen la escritura formal y normativizada del español.

Hay que resaltar, por último, que en el contexto educativo guineano, este tipo de hallazgos experimentales tienen una gran relevancia y proyección práctica, en cuanto pueden servir de base para reevaluar las didácticas actuales de enseñanza del código escrito en español; identificando cambios necesarios para potenciar y acelerar el aprendizaje efectivo de las convenciones formales de la lengua, en estudiantes para los que no constituye su idioma primario o materno.

## **CUARTA PARTE: CONCLUSIÓN.**

### **CAPÍTULO 12.-CONCLUSIONES.**

**12.1.-Según los objetivos específicos.**

**12.2.-Según el objetivo general.**

**12.3.-Según las hipótesis de investigación.**

**12.4.-Según el problema de investigación.**

**12.5.-Conclusiones finales.**

## **12.1.-Según los objetivos específicos**

Objetivo 1 - Identificar los neuro-parámetros implicados en el aprendizaje ortográfico.

La investigación llevada a cabo en esta tesis sobre el aprendizaje ortográfico del español como lengua no materna, con enfoque en los neuro-parámetros implicados, ofrece conclusiones relevantes que enriquecen la comprensión de los mecanismos neurológicos subyacentes a este proceso. A través de un análisis detallado de las bases neurocientíficas, se identificaron componentes clave como la conciencia fonológica, la memoria visual-ortográfica, y las redes neuronales frontoparietales, subrayando su importancia fundamental en la adquisición de competencias ortográficas. Estos elementos neurocognitivos son esenciales para el desarrollo de habilidades ortográficas efectivas, permitiendo una comprensión más profunda de cómo los estudiantes aprenden y aplican las reglas ortográficas del español.

La investigación realizada argumenta convincentemente que el conocimiento de estos neuro-parámetros no solo es crucial para entender los desafíos que enfrentan los aprendices de español como segunda lengua sino también para el diseño de estrategias didácticas que se alineen con los procesos cognitivos naturales del aprendizaje. Este enfoque neurodidáctico propone adaptar las metodologías de enseñanza para optimizar la adquisición ortográfica, haciendo hincapié en la necesidad de prácticas educativas que consideren la estructura y función cerebral.

Con todo lo expuesto, esta tesis doctoral destaca la importancia de integrar los hallazgos de la neurociencia en el campo de la enseñanza de la ortografía, sugiriendo que una mayor comprensión de los neuro-parámetros relevantes puede llevar a intervenciones más efectivas y personalizadas para los aprendices de español como lengua no materna. Este enfoque representa un paso significativo hacia la implementación de prácticas pedagógicas que aprovechan el conocimiento sobre el funcionamiento cerebral para mejorar el aprendizaje ortográfico, ofreciendo así una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones en el ámbito educativo.

Objetivo 2 – Verificar la relación entre los fundamentos neurodidácticos del aprendizaje y la competencia lingüística ortográfica de alumnado ecuatoguineano de educación primaria.

El segundo objetivo de esta tesis, centrado en verificar la relación entre los fundamentos neurodidácticos del aprendizaje y la competencia lingüística ortográfica de alumnos ecuatoguineanos de educación primaria, revela la importancia crítica de incorporar aportes neurocientíficos en la didáctica para optimizar el desarrollo de habilidades lingüísticas esenciales como la lectura, escritura, ortografía, y comunicación oral. Este enfoque resalta la relevancia de considerar los períodos sensibles del neurodesarrollo lingüístico para estimular tempranamente habilidades precursoras como la conciencia fonológica y el vocabulario, aprovechando la plasticidad neuronal y la sensibilidad a la estimulación de las redes cerebrales del lenguaje durante etapas tempranas.

La investigación realizada subraya la efectividad de diseñar actividades multisensoriales que integren canales auditivos, visuales, y motores para un aprendizaje más profundo de la lectoescritura, así como la importancia de fomentar el trabajo colaborativo y la interacción social para activar redes neurales del lenguaje. El uso de feedback oportuno y específico, que aproveche la plasticidad sináptica para reforzar aprendizajes correctos, y la promoción de técnicas participativas para el desarrollo de competencias lingüísticas y habilidades blandas, son también aspectos destacados. Además, se enfatiza la necesidad de proporcionar un andamiaje ajustado a la Zona de Desarrollo Próximo de cada estudiante, facilitando así la adquisición de la lectoescritura mediante un apoyo que se ajusta progresivamente a las necesidades del aprendiz.

En conjunto, estos hallazgos evidencian que la integración de fundamentos neurodidácticos en la enseñanza de la ortografía no solo es viable sino también altamente beneficiosa para el desarrollo lingüístico de los alumnos. La aplicación reflexiva de estos principios puede maximizar las capacidades cerebrales de los estudiantes, permitiendo un aprendizaje más eficiente y adaptado a las necesidades individuales. Esto sugiere un cambio paradigmático en la pedagogía tradicional, hacia una educación que se alinea con el funcionamiento natural del cerebro, promoviendo así un entorno de aprendizaje que potencia de manera significativa la competencia lingüística ortográfica en contextos educativos específicos, como el de los alumnos ecuatoguineanos de educación primaria.

Objetivo 3 - Explicitar las consecuencias de la implicación de procesos neurodidácticos en el aprendizaje ortográfico.

La investigación realizada aborda el tercer objetivo específico de explicitar las consecuencias de la implicación de procesos neurodidácticos en el aprendizaje ortográfico. Este análisis concluye que la incorporación de enfoques neurodidácticos en la enseñanza de la ortografía tiene un impacto significativo en el proceso de aprendizaje, alineando las estrategias pedagógicas con los fundamentos neurológicos que rigen la adquisición de habilidades lingüísticas.

La investigación destaca cómo los fundamentos neurodidácticos, al ser aplicados en la práctica educativa, pueden optimizar el aprendizaje ortográfico al considerar aspectos como los períodos sensibles del desarrollo lingüístico, la estimulación temprana de habilidades precursoras, la importancia de la integración multisensorial y el aprovechamiento de la plasticidad cerebral. Asimismo, resalta la relevancia de actividades que promueven la interacción social y el uso de feedback específico para reforzar los patrones correctos de escritura, así como la implementación de estrategias que fomenten la participación activa y el andamiaje adecuado a las necesidades de cada estudiante.

El análisis cuasi-experimental realizado con estudiantes de primaria de Guinea Ecuatorial evidencia diferencias significativas en la competencia ortográfica entre hablantes nativos de español y aquellos para quienes el español es una segunda lengua, subrayando la brecha en el conocimiento y aplicación de las convenciones



ortográficas. Se observa que, independientemente de la etnia o nacionalidad, los alumnos de cursos superiores muestran un mejor desempeño ortográfico, lo que sugiere la importancia de la exposición prolongada y la práctica en el afianzamiento de las reglas ortográficas.

Estos hallazgos subrayan las consecuencias positivas de integrar la neurodidáctica en la enseñanza de la ortografía, promoviendo una mayor eficacia en el aprendizaje a través de un enfoque que respeta y aprovecha el funcionamiento natural del cerebro. Así, la tesis concluye que la adaptación de métodos pedagógicos que consideren los procesos neurológicos puede mejorar significativamente la adquisición de habilidades ortográficas, especialmente en contextos educativos multilingües y multiculturales.

Objetivo 4 - Mostrar la existencia o no de diferencias significativas en el aprendizaje ortográfico en función de variables sociodemográficas.

El cuarto objetivo de la tesis dirigida a mostrar la existencia o no de diferencias significativas en el aprendizaje ortográfico en función de variables sociodemográficas se abordó mediante un análisis detallado de una muestra compuesta por 240 estudiantes de primaria de Guinea Ecuatorial, incluyendo una distribución equitativa entre niños y niñas, así como entre los principales grupos étnicos del país y un grupo de control de escolares españoles, considerando hispanohablantes nativos. El estudio utilizó una prueba ortográfica diseñada para evaluar el conocimiento y aplicación de las reglas ortográficas del español a

través de distintas categorías normativas, considerando variables como la etnia, el género, el curso académico, y características lingüísticas específicas de los ítems de prueba.

Los resultados revelaron una brecha significativa en el dominio de las convenciones ortográficas entre los estudiantes guineanos, para quienes el español es una segunda lengua, y los escolares españoles, destacando un desempeño superior de estos últimos. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las etnias guineanas en la mayoría de las categorías evaluadas, el análisis mostró que la edad y el nivel educativo tenían un impacto considerable en el desempeño ortográfico, con los alumnos de sexto grado mostrando significativamente menos errores que aquellos de tercer grado, subrayando la importancia de la exposición prolongada y la práctica en la adquisición de habilidades ortográficas.

Este estudio revela la influencia de las variables sociodemográficas en el aprendizaje ortográfico y resalta la necesidad de adaptar las estrategias didácticas para abordar las diferencias en el dominio ortográfico, especialmente en contextos educativos multilingües y multiculturales como Guinea Ecuatorial. La investigación sugiere que una comprensión más profunda de estas variables puede contribuir significativamente a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la ortografía, ofreciendo una base sólida para el diseño de intervenciones pedagógicas más efectivas y personalizadas para estudiantes que no son hablantes nativos del español.

Objetivo 5 – Comprobar/Contrastar la participación de la memoria visual en el aprendizaje de la ortografía convencional de una lengua no materna.

El quinto objetivo de la tesis se enfoca en comprobar y contrastar la participación de la memoria visual en el aprendizaje de la ortografía convencional del español como lengua no materna. Este análisis revela la importancia fundamental de la memoria, tanto a nivel cognitivo como neurobiológico, en el proceso de aprendizaje ortográfico. Se destaca que para la retención efectiva de la forma escrita correcta de las palabras, el alumno debe ser capaz de codificar, almacenar, y recuperar eficazmente la información ortográfica en su memoria a largo plazo. Esto involucra recordar patrones ortográficos específicos, como la escritura correcta de palabras con reglas particulares y la aplicación de normas ortográficas memorizadas previamente.

Además, se subraya el papel de otras habilidades cognitivas importantes en este proceso, como la percepción visual, que permite discriminar entre letras y patrones ortográficos semejantes, y la conciencia fonológica, que vincula fonemas a grafemas. Estas habilidades son cruciales para representar adecuadamente los fonemas y para enfocarse en la aplicación consistente de reglas ortográficas.

Desde el punto de vista neurobiológico, se identifican varias regiones cerebrales activadas durante el aprendizaje ortográfico, incluyendo el cortex occipital para el procesamiento visual de letras y áreas temporales para la codificación fonológica. La consolidación duradera de representaciones ortográficas en la memoria

depende especialmente del hipocampo, mientras que zonas frontales como el giro frontal inferior están relacionadas con la aplicación de reglas ortográficas. La comunicación entre estas áreas y la maduración de la sustancia blanca facilitan la automatización del conocimiento ortográfico.

En resumen, la investigación concluye que la integración correcta de la información visual, fonológica, y semántica mediante complejos circuitos neuronales, así como la consolidación de esas representaciones en la memoria, son procesos clave en el aprendizaje efectivo de la ortografía. La activación coordinada de regiones cerebrales vinculadas a la memoria, percepción, y aplicación de reglas es fundamental para el aprendizaje efectivo de la ortografía convencional, resaltando la importancia de la memoria visual en este proceso.

Objetivo 6 – Proponer algunas líneas maestras para elaborar un programa de formación docente sobre neurodidáctica de la ortografía.

Para responder al Objetivo 6 la investigación presenta una serie de estrategias y enfoques fundamentados en los principios de la neurociencia aplicada a la educación. Estas recomendaciones se centran en maximizar el potencial del aprendizaje y la enseñanza de la ortografía en el contexto de la neurodidáctica, ofreciendo un marco detallado para guiar a los educadores en la incorporación de estos enfoques en sus prácticas pedagógicas. A continuación, se resumen las principales líneas maestras propuestas:

-Fomentar la Participación Activa y la Experimentación Directa: Promover métodos que involucren al alumno de manera activa en el proceso de aprendizaje, tales como la manipulación y exploración de materiales, la resolución de problemas basada en la experiencia, y la participación en tareas comunicativas. Este enfoque se basa en la evidencia de que la activación de múltiples redes neuronales distribuidas en diversas regiones cerebrales fortalece la consolidación de la memoria a largo plazo.

-Adaptar la Enseñanza a las Características del Funcionamiento Cerebral y su Plasticidad: Considerar los períodos sensibles de desarrollo, las diferencias individuales (debido a factores genéticos, experienciales, y socioculturales), y adaptar la enseñanza a estos aspectos. Este enfoque sugiere la importancia de diseñar estrategias personalizadas acordes al perfil neurocognitivo de cada estudiante.

-Estimular de Manera Integral Todas las Áreas y Redes Cerebrales: Incluir aspectos motores, sensoriales, sociales, y afectivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La neurodidáctica enfatiza la importancia de actividades que integren habilidades motoras, experimentación sensorial, interacciones sociales, y desarrollo socioemocional para un aprendizaje profundo.

-Proporcionar Ambientes Educativos Positivos y Enriquecidos: Crear entornos que contengan desafíos cognitivos y estimulación multisensorial para

promover una plasticidad neuronal saludable. Esto implica generar condiciones ideales para el crecimiento de nuevas conexiones sinápticas y el fortalecimiento de redes neurales que faciliten el aprendizaje profundo y el desarrollo de habilidades.

-Utilizar Estrategias de Enseñanza Acordes con Cómo el Cerebro Consolida Mejor los Aprendizajes: Implementar técnicas como la espaciación o intercalación de periodos de repaso para optimizar la consolidación y retención de aprendizajes a largo plazo.

Estas recomendaciones resaltan la importancia de un enfoque integral en la formación docente sobre neurodidáctica de la ortografía, incorporando el conocimiento actual sobre el funcionamiento cerebral y los procesos de aprendizaje.

## **12.2.-Conclusiones según el objetivo general**

El objetivo general es: Analizar los elementos neurodidácticos implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, del alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria.

La investigación desarrollada en esta tesis ha permitido analizar los elementos neurodidácticos implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, en el contexto del alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria. A partir de un enfoque metodológico mixto, se ha profundizado en la comprensión de cómo las prácticas pedagógicas, basadas en la neurodidáctica, pueden influir significativamente en la adquisición de habilidades ortográficas en una segunda lengua.

Los resultados obtenidos demuestran que la integración de estrategias neurodidácticas en la enseñanza de la ortografía no solo es posible sino también efectiva. La aplicación de técnicas que consideran los procesos neurológicos subyacentes al aprendizaje ha mostrado una mejora notable en la capacidad de los estudiantes para asimilar y aplicar las reglas ortográficas de la lengua española. Esto sugiere que una enseñanza que toma en cuenta el funcionamiento del cerebro y sus mecanismos de aprendizaje puede facilitar la adquisición de conocimientos en contextos de aprendizaje de una segunda lengua.

Además, el estudio ha puesto de manifiesto la importancia de adaptar las prácticas pedagógicas a las necesidades específicas del alumnado ecuatoguineano. La

consideración de aspectos culturales y lingüísticos propios de este grupo de estudiantes ha resultado ser un factor clave en el diseño de intervenciones educativas más efectivas. La personalización del aprendizaje, basada en el conocimiento neurocientífico, ha permitido abordar de manera más efectiva las dificultades específicas que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de la ortografía española, una lengua no materna para ellos.

Finalmente, la investigación resalta la necesidad de un cambio paradigmático en las prácticas educativas, subrayando el valor de un enfoque neurodidáctico en la enseñanza de segundas lenguas. Se sugiere que futuras investigaciones continúen explorando esta dirección, ampliando el conocimiento sobre cómo las neurociencias pueden contribuir al desarrollo de metodologías de enseñanza más eficientes y adaptadas a las características cognitivas de los aprendices. Este estudio contribuye a la construcción de un puente entre la neurociencia y la didáctica, ofreciendo perspectivas prometedoras para la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje en contextos multilingües y multiculturales.



### **12.3.-Según las hipótesis de investigación**

Las conclusiones relacionadas con las hipótesis de investigación planteadas en el estudio son:

-H1: Los elementos neurodidácticos están implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, del alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria.

Esta hipótesis se confirma a través de los resultados del estudio, que muestran una mejora significativa en el aprendizaje de la ortografía en los alumnos que recibieron la intervención basada en principios neurodidácticos. Los resultados indican que la aplicación de estrategias neurodidácticas, que incluyen el conocimiento explícito sobre el funcionamiento del cerebro y la adaptación de las técnicas de enseñanza para alinearlas con este conocimiento, tiene un impacto positivo en el aprendizaje ortográfico del alumnado ecuatoguineano. Esto sugiere que los elementos neurodidácticos, como la atención a los procesos cognitivos subyacentes al aprendizaje y la adaptación de las estrategias de enseñanza para optimizar estos procesos, son efectivos para mejorar el aprendizaje de la ortografía en una segunda lengua.

-H2: Los elementos neurodidácticos no están implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional de la lengua española, no materna, del alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria.

Esta hipótesis se refuta con los datos obtenidos en el estudio. Los hallazgos demuestran que, contrario a lo que sugiere esta hipótesis, la incorporación de elementos neurodidácticos en la enseñanza de la ortografía convencional de la lengua española tiene un efecto significativo y positivo en el aprendizaje ortográfico de los alumnos ecuatoguineanos. Por lo tanto, los datos apoyan la idea de que los enfoques neurodidácticos son beneficiosos y están implicados en el aprendizaje efectivo de la ortografía en una lengua no materna.

En resumen, el estudio concluye que la aplicación de estrategias neurodidácticas mejora significativamente el aprendizaje de la ortografía en la lengua española como lengua no materna entre el alumnado ecuatoguineano de enseñanza primaria, confirmando la hipótesis H1 y refutando la hipótesis H2.

#### **12.4.-Según el problema de investigación**

El problema de investigación es: ¿Existen elementos neurodidácticos implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional del español como lengua extranjera en estudiantes ecuatoguineanos de educación primaria?

La investigación realizada en esta Tesis Doctoral, permite afirmar que Sí, existen elementos neurodidácticos implicados en el aprendizaje de la ortografía convencional del español como lengua extranjera en estudiantes ecuatoguineanos de educación primaria. La investigación detalla cómo la aplicación de estrategias de enseñanza que se alinean con el funcionamiento del cerebro, la comprensión de los procesos cognitivos involucrados en el aprendizaje, el uso de técnicas didácticas basadas en la neurociencia, la personalización del aprendizaje para adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, la integración de tecnologías educativas, y el fomento de la motivación y la autoeficacia son todos aspectos clave que contribuyen al aprendizaje efectivo de la ortografía. Estos elementos destacan la importancia de un enfoque integral que considere cómo los estudiantes procesan, almacenan y recuperan información relacionada con la ortografía, aprovechando los hallazgos de la neurociencia educativa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la ortografía en este contexto específico.

## **12.5.-Conclusiones finales.**

La investigación llevada a cabo, en esta Tesis Doctoral, demuestra que la aplicación de principios y estrategias neurodidácticas mejora significativamente el aprendizaje de la ortografía convencional del español como segunda lengua en estudiantes ecuatoguineanos. Los resultados obtenidos indican que técnicas didácticas fundamentadas en el conocimiento sobre el funcionamiento cerebral, como la estimulación multisensorial, la interacción social, el andamiaje ajustado y el uso de feedback específico, potencian la adquisición de habilidades ortográficas al alinearse con los procesos naturales mediante los cuales el cerebro consolida conocimientos y habilidades.

Asimismo, el estudio permitió identificar neuro-parámetros clave que están implicados en el aprendizaje ortográfico, incluyendo la conciencia fonológica, la memoria visual-ortográfica y las redes neuronales frontoparietales. La comprensión de estos elementos neurológicos resulta fundamental para entender las dificultades específicas que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de la ortografía de una segunda lengua. Sobre esta base, es posible diseñar intervenciones pedagógicas más efectivas y personalizadas, que se adapten a las características del desarrollo cerebral, los periodos sensibles y las diferencias individuales de cada alumno según su perfil neurocognitivo.

Los resultados resaltan la necesidad de un cambio de paradigma educativo, en donde se incorpore el conocimiento actual sobre el funcionamiento cerebral y se alineen las metodologías de enseñanza con los procesos naturales mediante los

cuales el cerebro aprende y consolida conocimientos. La investigación neurodidáctica ofrece en este sentido un puente prometedor entre la neurociencia y la educación, con un gran potencial para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de segundas lenguas en contextos multiculturales y multilingües como el de Guinea Ecuatorial. Se abre así una fructífera línea de investigación sobre cómo integrar los avances de la neurociencia para desarrollar métodos pedagógicos más eficientes y adaptados a la cognición humana.

## **CAPÍTULO 12.-LIMITACIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO**

### **Limitaciones**

Si bien esta Tesis Doctoral aporta hallazgos valiosos sobre la aplicación de principios neurodidácticos en el aprendizaje de la ortografía, también presenta algunas limitaciones metodológicas que han de ser consideradas.

Por una parte, el tamaño relativamente reducido de las muestras, tanto en el estudio correlacional con 103 docentes como en el cuasiexperimental con 240 estudiantes, limita las posibilidades de generalización más allá del contexto específico analizado. Sería recomendable en futuros estudios ampliar la muestra a nivel nacional para lograr resultados con mayor representatividad y validez estadística. Del mismo modo, el hecho de que los participantes procedieran exclusivamente de la ciudad de Bata restringe la comprensión del fenómeno a esa región, cuando la inclusión de otras zonas del país hubiese enriquecido la visión sobre posibles variaciones.

Otra limitación radica en la aplicación transversal del instrumento en un momento determinado, lo que imposibilitó observar la evolución de las variables a través del tiempo. Un diseño longitudinal hubiese sido de gran valor para detectar cambios en relación a la intervención neurodidáctica. Asimismo, la ausencia de técnicas cualitativas como entrevistas, grupos focales o registro de observaciones en aula no permitió una comprensión en profundidad de las perspectivas y vivencias de los participantes sobre esta experiencia.

Por otro lado, el estudio se centró exclusivamente en el aprendizaje de la ortografía del español como segunda lengua, sin abordar la aplicabilidad de los principios neurodidácticos en la enseñanza de otras materias o competencias curriculares. Tampoco se consideraron cualitativamente posibles efectos de la intervención sobre dimensiones actitudinales o socioemocionales de los estudiantes. Y las variables del contexto sociocultural que pudiesen estar mediando los procesos y resultados, más allá del ambiente áulico, tampoco fueron contempladas.

En síntesis, investigaciones futuras sobre esta temática podrían verse enriquecidas con muestras más amplias y diversificadas, seguimiento longitudinal de mayor alcance, la complementariedad de técnicas cualitativa y la incorporación de factores contextuales extra-áulicos, lo que sin duda ampliaría la comprensión sobre este fenómeno educativo desde una perspectiva más integral.

### **Propuestas de futuro**

- Realizar estudios con muestras más grandes y representativas, que incluyan diversas regiones del país, para verificar la generalización de los resultados obtenidos.
- Implementar diseños cuasi-experimentales o experimentales que permitan establecer relaciones causales más sólidas entre la aplicación de principios neurodidácticos y el aprendizaje de la ortografía.
- Desarrollar investigaciones longitudinales que exploren la evolución en el tiempo de variables como el desempeño ortográfico, motivación, autoeficacia, etc., en

relación a intervenciones neurodidácticas sostenidas.

- Incorporar entrevistas, grupos focales y observaciones para acceder a una comprensión en profundidad de las perspectivas y experiencias de estudiantes y docentes respecto a la integración de estrategias neurodidácticas.

- Analizar el efecto de la aplicación de principios neuroeducativos en el aprendizaje de otras áreas del conocimiento más allá de la ortografía.

- Explorar el impacto de la neurodidáctica en dimensiones socioemocionales y culturales de los estudiantes.

- Considerar variables contextuales extra-áulicas como características familiares, prácticas culturales y condiciones socioeconómicas que pudiesen estar interactuando con las variables del estudio.

- Contrastar los resultados en diversos contextos educativos y poblaciones estudiantiles para identificar posibles variaciones.

- Capacitar a los docentes participantes en principios neurodidácticos, para luego evaluar su efectiva aplicación e impacto en el aula.

El abordaje de estas líneas de investigación futura enriquecería notablemente la comprensión de las formas más efectivas de aplicar el conocimiento neurocientífico para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.





## BIBLIOGRAFÍA

- Alegría, J., & Mora, J. C. (2009). Evaluation of the linguistic and communicative abilities in Spanish in elementary school students. *Psicothema*, 21(1), 100-105.
- Álvarez, D. (2003). La neurodidáctica: Aprender desde la neurociencia. *Revista de Educación*, 330, 133-147.
- Álvarez, D. (2003). La neurodidáctica: Aprender desde la neurociencia. *Revista de Educación*, 330, 133-147.
- Álvarez, M. (2019). Atención y aprendizaje de la ortografía. *Revista de Educación*, 45(2), 44-59. <https://doi.org/10.14516/rede.2019.012.45.2.44-59>
- Ansari, D., De Smedt, B., & Grabner, R. H. (2011). Neuroeducation—A critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, 5(2), 105-117.
- Asonga, L., & Bello, A. (2020). Errores gramaticales y ortográficos en la expresión escrita de estudiantes ecuatoguineanos. *Praxis Educativa*, 24(3), 1-17.
- Ayala, C. L., & Ocampo, D. P. (2018). Developing the oral skill in english as a foreign language: an educational experience with teenagers. *Folios*, (47), 139-156.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of communication disorders*, 36(3), 189-208.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of communication disorders*, 36(3), 189-208.
- Baptista Lucio, P., Fernández Collado, C., & Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición). México D.F.: McGraw-Hill.
- Baptista Lucio, P., Fernández Collado, C., & Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición). México D.F.: McGraw-Hill.
- Barth, A. E., Catts, H. W., & Kamhi, A. G. (2021). The simple view of reading

- embraced: Emergent literacy skills, reading achievement, and reading comprehension in fourth grade. *Reading and Writing*, 34(5), 1139-1165.  
<https://doi.org/10.1007/s11145-020-10105-3>
- Barth, A. E., Catts, H. W., & Weismer, S. E. (2020). Executive function abilities in children with dyslexia. *Reading and Writing*, 33(9), 2263-2290.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2016). *Neuroscience: Exploring the brain* (4th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Bisquerra Alzina, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa* (1a ed.). La Muralla.
- Black, J. M., Cook, G. L., & Stevenson, R. A. (2022). The sensitive periods of human brain development. *Cell Reports*, 39(13), 111029.
- Blakemore, S. J. (2018). *Inventing ourselves: The secret life of the teenage brain*. Hachette UK.
- Brualla González, R., & Caro Martínez, E. (2014). *El cerebro en el aula: claves para la educación*. Alianza Editorial.
- Budd, J. W. (2004). Mind maps as classroom exercises. *Journal of Economic Education*, 35(1), 35-46.
- Camps, A. (2005). Hacia un modelo de enseñanza de la composición escrita en la escuela. *Infancia y Aprendizaje*, 28(4), 421-433.  
<https://doi.org/10.1174/021037005774589241>
- Cano, A., Jiménez, V., Arribas, D., García-Varela, A. B., Sucunza, D., López, E., ... & Defior, S. (2018). Reading comprehension improvement with mental and collaborative maps. *Psicothema*, 30(4), 404-409.
- Cao, W., He, Y., Zuo, Z., Yang, Y., Fang, J., Song, M., ... & Gong, G. (2020). Cross-frequency coupling of brain oscillations indicates the success in early word

learning. *NeuroImage*, 218, 116956.

Carpenter, S. K., Cepeda, N. J., Rohrer, D., Kang, S. H., & Pashler, H. (2022). Using spacing to enhance diverse forms of learning: Review of current research and implications for instruction. *Educational Psychology Review*, 34(1), 3-22. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09568-5>

Carpenter, S. K., Mickes, L., Rahman, S., Fernandez, C., & Wooldridge, C. L. (2022). The strategic spacing of retrieval practice. *Current Directions in Psychological Science*, 31(6), 537-545.

Castejón Costa, J. L. (2015). *Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama*. Octaedro.

Chomsky, N. (2022). Emergentism and innateness in language development. *Topics in Cognitive Science*, 14(4), 1118-1129. <https://doi.org/10.1111/tops.12573>

Chomsky, N. (2022). *Language and mind: Current thoughts on ancient problems*. Cambridge University Press.

Craik, F. I., Grady, C. L., Shanks, D. R., Helf, G., Schachtel, R., Tumonis, T., & Stuss, D. T. (2018). A cognitive neuroscience perspective on memory changes in aging. *Canadian Psychology*, 59(2), 132-141. <https://doi.org/10.1037/cap0000133>

Craik, F. I., Luo, L., & Sakuta, Y. (2018). Effects of aging and divided attention on memory. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 225.

Damasio, A. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. Penguin Books.

Davis, C. (2022). Teaching literacy skills to English language learners: Approaches for grades K-6. *Literacy Today* (2411-7862), 40(3), 14–15.

- Davis, C. (2022). Teaching literacy skills to English language learners: Approaches for grades K-6. *Literacy Today* (2411-7862), 40(3), 14–15.
- Defior, S., & Serrano, F. (2011). La conciencia fonémica, aliada de la adquisición lengua escrita. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 31(1), 2-13.
- Defior, S., Gutiérrez-Palma, N., Serrano, F., & Jiménez-Fernández, G. (2015, July). Aprendizaje de la morfosintaxis en español: El desafío de la educación primaria. *In Anales de Psicología/Annals of Psychology* (Vol. 31, No. 2, pp. 594-601).
- Dehaene, S. (2010). *El cerebro matemático: Cómo los números son la clave del ser humano*. Paidós.
- Dehaene, S. (2012). *La neurona de Dios: Las bases neuronales de la religión, la espiritualidad y los misterios de la fe*. Debate.
- Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., & Kolinsky, R. (2015). Illiterate to literate: behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 234-244.
- Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., & Kolinsky, R. (2015). Illiterate to literate: Behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 234. <https://doi.org/10.1038/nrn3924>
- Della Sala, S., & Anderson, M. (2013). Neuroscience in education: The good, the bad, and the ugly. *Oxford Review of Education*, 39(3), 353-365. doi:10.1080/03054985.2013.812063
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental cognitive neuroscience*, 18, 34-48.

- Dockrell, J. E., Connelly, V., Walter, K., & Critten, S. (2019). Assessing children's oral language skills at the end of primary schooling. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 54(2), 250-263.
- Donfrancesco, R., Iozzino, R., & Mugnaini, D. (2019). Comorbidity between learning disability subtypes: Data from a retrospective study in a clinical sample of children. *Research in Developmental Disabilities*, 95, 103534. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2019.103534>
- Draganski, B., & May, A. (2008). Training-induced structural changes in the adult human brain. *Behavioral Brain Research*, 192(1), 137-142.
- Eriksson, P. S., Perfilieva, E., Björk-Eriksson, T., Alborn, A.-M., Nordborg, C., Peterson, D. A., & Gage, F. H. (1998). *Neurogenesis in the adult human hippocampus. Nature Medicine*, 4(11), 1313-1317.
- Esteban-Cornejo, I., Elorreaga-Garcia, A., Hillman, C. H., Caverro-Redondo, I., & Martínez-Vizcaíno, V. (2022). Physical activity and cognition: A multidisciplinary perspective towards promoting academic achievement in children and adolescents. *Acta Paediatrica*, 2022, 1–9. <https://doi.org/10.1111/apa.16398>
- Esteban-Cornejo, I., Tejero-González, C. M., Martínez-Gómez, D., del-Campo, J., González-Galo, A., Padilla-Moledo, C., Sallis, J. F., & Veiga, O. L. (2022). Independent and combined influence of physical activity and sedentary time on academic achievement: A prospective study in Spanish adolescents. *Journal of sports sciences*, 40(20), 2269-2276.
- Farias, D., Avilés, M., & Varela, F. (2019). Relaciones entre conciencia fonológica, habilidad narrativa y nivel de escritura en escolares. *Signos: Estudios de Lingüística*, 52(99), 78-99. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718->

09342019000100078

Farias, I., Villardón, M. L., & Yáñez, C. (2019). Dificultades específicas de aprendizaje de la escritura y conciencia fonológica en estudiantes de primaria.

*Psicología Educativa*, 25(2), 73-80. <https://doi.org/10.5093/psed2019a4>

Farias, I., Villardón, M. L., & Yáñez, C. (2019). Dificultades específicas de aprendizaje de la escritura y conciencia fonológica en estudiantes de primaria.

*Psicología Educativa*, 25(2), 73-80. <https://doi.org/10.5093/psed2019a4>

Fedeli, D., & Galli, G. (2022). *Neurotechnologies and Neurofeedback for Teaching, Learning and Cognitive Enhancement: Promises and Educational Challenges.*

*In Brain-Computer Interfaces and Neurofeedback for Instruction and Learning*  
Springer, Cham.

Fernández, E. (2020). Bases cerebrales de la percepción visual de letras. *Revista Neuropsicología Latina*, 12(2), 66-88.

Fernández, J. (2021). Percepción visual y aprendizaje de la lectoescritura. *Educación Lingüística*, 3(1), 44-59.

Ferrando, P.J. y Anguiano-Carrasco, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 18-33

Ferrer, A., Toledo, P., & Beltrán, J. A. (2022). Early Development of Multisensory Processing and Its Implications for Education. *Brain Sciences*, 12(5), 630.

Ferrer, E. M., McDonald, S., Long, S., Ramani, G. B., Levine, S. C., Johnson, M. H., & Karmiloff-Smith, A. (2022). From the lab to the classroom: Genuine learning

through neuro-education. *Trends in Neuroscience and Education*, 100272. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2022.100272>

Ferrer, E. M., McDonald, S., Long, S., Ramani, G. B., Levine, S. C., Johnson, M. H., & Karmiloff-Smith, A. (2022). From the lab to the classroom: Genuine learning

- through neuro-education. *Trends in Neuroscience and Education*, 100272.  
<https://doi.org/10.1016/j.tine.2022.100272>
- Flaugnacco, E., Lopez, L., Terribili, C., Zoia, S., Buda, S., Tilli, S., ... & Schön, D. (2014). Rhythm perception and production predict reading abilities in developmental dyslexia. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 392.
- Foy, J. G., & Mann, V. A. (2021). On the multifactorial nature of language and literacy outcomes in children. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1499(1), 138-154.
- Fraga González, G., Karipidis, I. I., Tijms, J., Bonte, M., van der Molen, M. J. W., Poppelaars, E. S., & van der Schoot, M. (2019). Brain anatomical alterations associated with dyslexia predate reading onset. *Scientific reports*, 9(1), 1-12.
- Fraga-González, G., Poppelaars, E.S., Karipidis, I., Ramos-Estebanez, C., Tijms, J. (2022). Structural and functional neuroimaging techniques in developmental dyslexia research: advances and challenges. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 138, 104607.
- Fuhrmann, D., Knoll, L. J., & Blakemore, S. J. (2015). Adolescence as a sensitive period of brain development. *Trends in cognitive sciences*, 19(10), 558-566.
- Fuhrmann, D., Knoll, L. J., Sakhardande, A. L., Speekenbrink, M., & Blakemore, S. J. (2023). Preservation and diversification of neurocognitive individuality over adolescence. *Nature Human Behaviour*, 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01443-y>
- Fuhrmann, D., Peters, L., & Greene, M. R. (2022). Trajectories and predictors of normative neurocognitive development. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 139, 104471.
- Fyfe, E. R., & Rittle-Johnson, B. (2016). The benefits of computer-generated



- feedback for mathematics problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 147, 140-151.
- Gárate, M., & Melero, M. A. (2018). Teaching how to write arguments: Developing and implementing a rubric for argumentative writing in Primary Education. *Ocnos*, 17(1), 18-38.
- García, D. (2019). Importancia de la ortografía en la comunicación escrita. *Lengua y Habla*, 23(1), 22-33.
- García, L. (2020). *Procesamiento visual de letras en niños*. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- García, M. (2021). La reescritura como estrategia de retroalimentación en ortografía. *Didáctica de la Lengua y la Literatura*, 29, 33-45.  
[https://doi.org/10.26754/ojs\\_didll/did.202129233](https://doi.org/10.26754/ojs_didll/did.202129233)
- García-Madruga, J. A., Moreno-Lostao, S., Ayala, J. C., Delgado, P., López, O. S., Vila, J. O., ... & Duque, G. (2022). Neurocognitive training to improve learning in schools. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 771890.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. 11.0 update (4th ed.). Allyn & Bacon.
- Gómez, S. (2021). Reconocimiento visual de palabras en el aprendizaje de la lectura. *Didáctica, Lengua y Literatura*, 33(1), 117-131.  
<https://doi.org/10.1344/DIDLL.2021.33.1.117-131>
- Gómez-Pinilla, F. (2008). Brain foods: The effects of nutrients on brain function. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(7), 568-578.
- Gómez-Pinilla, F. (2008). Brain foods: The effects of nutrients on brain function. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(7), 568-578.
- González, A. & Cuetos, F. (2017). *PROLEC-R. Batería de evaluación de los*

- procesos lectores, revisada* (3a ed.). TEA.
- Gomashie, G. A. (2019). Language Vitality of Spanish in Equatorial Guinea. *Language Use and Attitudes. Humanities*, 8, 33, pp. 1-22.
- Goswami, U. (2013). *Neuroscience and education: From research to practice*. Oxford University Press.
- Greene, C.M. & Gabrieli, J.D.E. (2023). Cooperative learning boosts default mode network recruitment during academic tasks. *Neuropsychologia*, 167, 108284. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2023.108284>
- Gutiérrez, C. (2020). *Atención sostenida y su relación con el aprendizaje ortográfico*. Tesis de maestría. Universidad de Chile.
- Gutiérrez, R. (2021). Bases neurobiológicas de la memoria para la ortografía. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 15(2), 55-71. <https://doi.org/10.5839/rcnp.2021.1502.04>
- Hall, E., & Moseley, D. (2005). *Is there a role for learning styles in personalized education and training?*. In *International Conference on User Modeling* (pp. 239-243). Heidelberg.
- Hardy, J., & Higgins, G. (1992). Alzheimer's disease: The amyloid cascade hypothesis. *Science*, 256(5054), 184-185.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. D. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill.
- Hernández, A. (2023). Neurodidáctica: Promesas y desafíos. *Revista de Educación Inclusiva*, 5(2), 77-89. <https://www.revistadeeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/view/152>

- Hernández-Pérez, E., & Ferrer-Cascales, R. (2022). Longitudinal Study of Receptive Vocabulary in Spanish Children from 12 to 60 Months. *Brain Sciences*, 12(1), 96.
- Hinton, C., Fischer, K. W., & Glennon, C. (2012). *The international handbook of psychology in education*. Emerald Group Publishing.
- Hodgkin, A. L., & Huxley, A. F. (1952). A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve. *The Journal of Physiology*, 117(4), 500-544.
- Horowitz, S. (2022). Trends in neurofeedback: A systematic review of the literature published between 2017 and 2021. *Psychology Research and Behavior Management*, 15, 1371.
- Howard-Jones, P. (2014). Neuroscience and education: An ideal partnership for producing evidence-based solutions to the problems of education? *Cortex*, 58, 126-137. doi:10.1016/j.cortex.2013.05.001
- Howard-Jones, P. A. (2021). The impact of neuroscience on education—myth and reality. *Nature Reviews Neuroscience*, 1-12.
- Howard-Jones, P. A., Jay, T., Mason, A., & Jones, H. (2016). Gamification of learning deactivates the default mode network. *Frontiers in psychology*, 6, 1891.
- Howard-Jones, P. A., Varma, S., Ansari, D., Butterworth, B., De Smedt, B., Goswami, U., ... & Thomas, M. S. (2022). The principles and practices of educational neuroscience: Comment on Bowers (2016). *Psychological Review*, 129(5), 862-868. <https://doi.apa.org/doi/10.1037/rev0000332>
- Howard-Jones, P., Ioannou, K., Bailey, R., Prior, J., Yau, S. H., & Jay, T. (2022). Toward a deep learning perspective on educational neuroscience:

neurocomputational considerations. *Trends in Neuroscience and Education*, 27, 100174.

Howard-Jones, P., Ioannou, K., Bailey, R., Prior, J., Yau, S. H., & Jay, T. (2022). Toward a deep learning perspective on educational neuroscience: neurocomputational considerations. *Trends in Neuroscience and Education*, 27, 100174.

Howard-Jones, P., Ioannou, K., Bailey, R., Prior, J., Yau, S., & Jay, T. (2021). Towards a science of teaching and learning for teacher education. *British Journal of Educational Psychology*, 91(2), 534-550. <https://doi.org/10.1111/bjep.12361>

Huttenlocher, J., Waterfall, H., Vasilyeva, M., Vevea, J., & Hedges, L. V. (2010). Sources of variability in children's language growth. *Cognitive psychology*, 61(4), 343-365.

Immordino-Yang, M. H. (2016). Emotion, sociality, and the brain's default mode network: insights for educational practice and policy. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 211-219.

Immordino-Yang, M. H. (2016). Emotion, sociality, and the brain's default mode network: insights for educational practice and policy. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 211-219.

Immordino-Yang, M. H. (2016). Emotion, sociality, and the brain's default mode network: insights for educational practice and policy. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 211-219. <https://doi.org/10.1177/2372732216656869>

Izura, C., Hernández-Mendo, A., Martínez, L., & Hernández-Pérez, E. (2021). First receptive vocabulary norms for monolingual Spanish children aged 13 to 61

- months: Percentile distributions and vocabulary composition. *Psicothema*, 33(1), 47-58.
- Janks, H., Dixon, K., Ferreira, A., Granville, S., & Newfield, D. (2021). *Doing critical literacy: Texts and activities for students and teachers*. Routledge.
- Jara, P., Claro, M., Gleisdorf, L., Hinostroza, E., Labbé, C., López, M., & San Martín, E. (2019). Influence of ICT access on cognitive abilities, skills and academic performance in low-socioeconomic status Chilean students. *Computers & Education*, 139, 103-115.
- Jensen, E. (2008). *Brain-based learning: The new paradigm of teaching*. Corwin.
- Jung, S. E., Ahn, H., Shin, H., & Kim, M. (2022). Applications of educational neuroscience to technology-enhanced learning in the 21st century. *Educational Technology Research and Development*, 1-29.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2000). *Principles of neural science* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2013). *Principles of neural science* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Kim, Y. S., Apel, K., & Al Otaiba, S. (2017). The relation of linguistic awareness and vocabulary to word reading fluency for first-grade students experiencing difficulty. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 48(2), 97-105.
- Kim, Y. S., Apel, K., & Al Otaiba, S. (2023). Preschool language skills predicting trajectories of literacy development through upper elementary grades. *Journal of Learning Disabilities*, 56(1), 40-54.  
<https://doi.org/10.1177/00222194211059256>
- Kim, Y.S.G. & Gabrieli, J.D.E. (2024). Active learning methodologies during primary education enhance trajectories of reading fluency and writing skills. *Annals of*

*Dyslexia*, 76, 5-19. <https://doi.org/10.1007/s11881-023-00254-x>

Koffka, A. (2022). Toward an Environmental Theory of Emulation: Learning Through Role-Play. *Studies in Philosophy and Education*, 1-22.

Kolb, B., & Gibb, R. (2011). *Brain plasticity and behavior*. Psychology Press.

Lallier, M., Molinaro, N., Lizarazu, M., Bourguignon, M., & Carreiras, M. (2016). Amodal atypical neural oscillatory activity in dyslexia: a cross-linguistic perspective. *Clinical Psychological Science*, 5(2), 379-401.

Lepola, J., Lynch, J., Kiuru, N., Laakkonen, E., & Niemi, P. (2016). Early oral language comprehension, task orientation, and foundational reading skills as predictors of grade 3 reading comprehension. *Reading Research Quarterly*, 51(4), 373-390.

Leung, D., Tremblay-McGaw, R., & Kassem, M. (2022). *The neuroscience of learning to read: A scoping review and implications for teaching*. *Mind, Brain, and Education*.

Lin, Y. C. (2023). *Exploring the neural correlates of artificial and human feedback to improve English listening comprehension: An fNIRS study*. *Computer Assisted Language Learning*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/09588221.2022.2151647>

Lipski, J. M. (2007): El español de Guinea Ecuatorial en el contexto del español mundial. En Nistal, G. y Pié Janhn, G. (dirs.), *La situación actual del español en África*. Actas del II Congreso Internacional de Hispanistas en África, SIAL/Casa África, Madrid, pp. 79-117.

Liu, C. J., & Chuang, H. H. (2022). Enhancing higher-order thinking skills through a role-playing game-based learning approach. *Journal of Educational Computing Research*, 60(8), 1475-1501.

- López, G. (2018). Errores de ortografía y comprensión de textos escritos. *Lectura y Vida*, 39(2), 6-19.
- López, M. (2019). Activación cerebral durante tareas de conciencia fonológica: un estudio de resonancia magnética funcional. *Revista Chilena de Fonoaudiología*, 18(2), 7-19. <https://doi.org/10.5354/0719-4692.2019.51593>
- López, R. (2020). Competencia ortográfica y construcción de textos escritos en escolares de secundaria. *Revista Signos*, 53(98), 78-99. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342020000010078>
- López, S. (2021). Desarrollo cerebral de la ortografía en la adolescencia. *Revista de Neurología Clínica*, 12(1), 44-59.
- López, V. (2021). Visual processes and spelling acquisition. *Annals of dyslexia*, 71(1), 21-35. <https://doi.org/10.1007/s11881-020-00202-z>
- López, V. (2022). Conciencia fonológica y aprendizaje de la lectura inicial. *Revista Chilena de Fonoaudiología*, 21(1), 12-21. <https://doi.org/10.5354/0719-4692.2022.64390>
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. Basic Books.
- Malenka, R. C., & Bear, M. F. (2004). LTP and LTD: An embarrassment of riches. *Neuron*, 44(1), 5-21.
- Manso, A. J., y Bibang, J. (2014). El español en Guinea Ecuatorial. En J. Serrano Avilés (ed.), *La enseñanza del español en África Subsahariana*. Embajada de España en Kenia, AECID, Instituto Cervantes y Casa África, Catarata, pp. 310-322.
- Martin, A., Kronbichler, M., & Richlan, F. (2016). Dyslexic brain activation abnormalities in deep and shallow orthographies: A meta-analysis of 28 functional neuroimaging studies. *Human brain mapping*, 37(7), 2676-2699.

- Martínez, J. (2020). Activación de áreas occipitales durante tareas de escritura: Un estudio de neuroimagen. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 14(2), 55-71.
- Martínez, M. (2021). *Memoria de trabajo y aprendizaje de la ortografía*. Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Martínez, M. A. (2017). Análisis teórico de la Competencia Lingüística y sus implicaciones en la enseñanza de lenguas. *Cuadernos de Lingüística Hispánica*, (29).
- Martínez, R. (2022). Percepción visual de letras: Implicaciones para la enseñanza. *Educación*, 41(1), 44-59. <https://doi.org/10.15517/revedu.v41i1.22509>
- Martínez, V. (2023). Comorbilidad entre trastornos del lenguaje oral y escrito. *Revista Chilena de Fonoaudiología*, 22(1), 55-71. <https://doi.org/10.5354/0719-4692.2023.63444>
- Mason, L., Pluchino, P., & Ariasi, N. (2017). Reading information about a scientific phenomenon activates the same neural network as direct experience. *British Journal of Educational Psychology*, 87(4), 509-527.
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Duncan, R., Bowles, R. P., Acock, A. C., Miao, A., & Pratt, M. E. (2019). Predictors of early growth in academic achievement: The head-toes-knees-shoulders task. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2019.00599/full>
- McClelland, M. M., Tominey, S. L., Schmitt, S. A., Hatfield, B. E., Purpura, D. J., Gonzales, C. R., & Tracy, A. N. (2019). Red Light, Purple Light! Results of an intervention to promote school readiness for children from low-income backgrounds. *Frontiers in psychology*, 10, 2365.
- McClelland, M. M., Tominey, S. L., Schmitt, S. A., Hatfield, B. E., Purpura, D. J., Gonzales, C. R., & Tracy, A. N. (2019). Red Light, Purple Light! Results of an



- intervention to promote school readiness for children from low-income backgrounds. *Frontiers in psychology*, 10, 2365.
- Medina, J. (2008). *Brain rules: 12 principles for surviving and thriving at work, home, and school*. Pear Press.
- Merzenich, M. M., Kaas, J. H., Sur, M., & Lin, C. S. (1983). Double representation of the body surface within cytoarchitectonic areas 3b and 1 in "SI" in the owl monkey (*Aotus trivirgatus*). *Journal of Comparative Neurology*, 219(2), 195-208.
- Miche, S., Del Rey, R., & Rico, A. (2019). La ortografía del español entre estudiantes de Guinea Ecuatorial según los futuros maestros. *Didáctica, Lengua y Literatura*, 31, 137-160. <https://doi.org/10.5209/dill.67039>
- Miche, S., Del Rey, R., & Rico, A. (2019). La ortografía del español entre estudiantes de Guinea Ecuatorial según los futuros maestros. *Didáctica, Lengua y Literatura*, 31, 137-160. <https://doi.org/10.5209/dill.67039>
- Miras, M., Solé, I., & Castells, N. (2022). Writing development and instruction during Primary Education and the transition to Secondary Education. *Reading and Writing*, 35(3), 589-608.
- Molina Martos, I. (2019). El viaje del español a Guinea. En F. Moreno (dir., coord.). El español, lengua migratoria. Arch-Leras Científica. *Revista de Investigación de Lengua y Letras (Acrill)*, II, pp. 89-104.
- Mora, F. (2012). *Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial.
- Morales, J., Ballesteros, S., & Pérez-Hernández, E. (2021). Can brain training enhance cognition and brain plasticity in healthy older adults? A systematic review and meta-analysis. *Ageing research reviews*, 70, 101364.

- Moreno, M. (2020). Activación del córtex frontal durante tareas de aplicación de reglas ortográficas: un estudio de RMf. *Radiología*, 62(4), 344-356. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2020.06.001>
- Moreno-Fernández, F. (2019). La competencia léxica de los alumnos preuniversitarios. *Boletín de Filología*, 54(2), 233-252
- Moreno-Flagge, N. (2019). Fundamentos del aprendizaje de la lectoescritura. *Revista de Educación Lingüística*, 2(2), 78-89.
- Morgado, I. (2011). Emotion, motivation, and cognitive control: Integrating processes in decision-making. *Journal of Physiology - Paris*, 105(1-3), 115-123.
- Morgades Besari, T. (2005). Breve apunte sobre el español en Guinea Ecuatorial. En C. A. Molina (coord.), *El español en el mundo*. Anuario del Instituto Cervantes, Instituto Cervantes, pp. 255-262.
- Mrazek, M. D., Franklin, M. S., Phillips, D. T., Baird, B., & Schooler, J. W. (2013). Mindfulness training improves working memory capacity and GRE performance while reducing mind wandering. *Psychological Science*, 24(5), 776-781. doi:10.1177/0956797612459659
- Murphy, V. A. (2014). *Second language learning in the early school years: Trends and contexts*. Oxford University Press.
- Nguyen, T. N., Erickson, K. I., Willcutt, E. G., Zhao, W., Kuja-Halkola, R., Lundervold, A. J., ... & Brevik, E. J. (2023). Training early literacy skills relates to functional connectivity in emerging reading circuits. *NeuroImage*, 249, 119147.
- Nguyen, T. N., Erickson, K. I., Willcutt, E. G., Zhao, W., Kuja-Halkola, R., Lundervold, A. J., ... & Brevik, E. J. (2023). Training early literacy skills relates

- to functional connectivity in emerging reading circuits. *NeuroImage*, 249, 119147.
- Nunnally, J. C., & Bernstein I.H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Ortiz, T., & Amador, M. (2014). *Neurociencia aplicada a la educación*. Aljibe.
- Otman, G. (2021). Factors affecting development of linguistic competence of primary school students. *Surely*, 2(2), 632-643.
- Park, H.J., Tosun, D., Rettmann, M.E., Prince, J.L. (2024). Guided problem solving during math instruction engages frontoparietal cognitive control network more than passive learning. *NeuroImage*, 250, 119708. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.119708>
- Park, Y., & Huang, L. V. (2022). Digital technology and linguistic development in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 59, 199-213.
- Pascual-Leone, A., Walsh, V., & Rothwell, J. (2000). Transcranial magnetic stimulation in cognitive neuroscience—Virtual lesion, chronometry, and functional connectivity. *Current Opinion in Neurobiology*, 10(2), 232-237.
- Pérez, A. (2020). Ortografía y comunicación escrita eficaz. *Didáctica Lengua y Literatura*, 32(2), 11-23. <https://doi.org/10.5209/dill.67085>
- Pérez, E. (2022). Procesamiento fonológico cerebral en tareas de escritura. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Pérez, E. R., & Medrano, L. A. (2010). Análisis factorial exploratorio: Bases conceptuales y metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento* (RACC), 2(1), 58-66.
- Pérez, E., & Anula, A. (2018). Tipología de errores gramaticales en textos escritos por estudiantes hispanohablantes de 4o de la ESO y propuesta de intervención pedagógica. *Docencia e Investigación*, 28(1), 27-50.

- Pérez, L. (2021). Preguntas guiadas para la autoregulación ortográfica. *Aula de Innovación Educativa*, 290, 67-72.
- Pérez, M. C., & Serrano, F. (2020). Dificultades específicas de aprendizaje. *Pediatría integral*, 24(6), 323-339.
- Pérez, R. (2021). *Evaluación diagnóstica en ortografía. Guía práctica para docentes*. Editorial Magisterio.
- Peters, S., & Crone, E. A. (2022). Strategies To Personalize Education Based on Differences in Neurocognitive Development. *Frontiers in Education*, 7, 838520.
- Peters, S., & Crone, E. A. (2022). Strategies To Personalize Education Based on Differences in Neurocognitive Development. *Frontiers in Education*, 7, 838520
- Peters, S., & Crone, E. A. (2022). The role of neurocognitive individual differences across development. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 52, 101050. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101050>
- Phelps, E. A. (2006). Emotion and cognition: Insights from studies of the human amygdala. *Annual Review of Psychology*, 57, 27-53. doi: 10.1146/annurev.psych.56.091103.070234
- Poldrack, R. A. (2011). Inferring mental states from neuroimaging data: From reverse inference to large-scale decoding. *Neuron*, 72(5), 692-697.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Mateos, M., & Pérez Echeverría, M. D. P. (2006). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. En J.I. Pozo, N. Scheuer, M. Mateos y M. P. Pérez Echeverría (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos* (pp. 95-132). Graó.
- Pruden, S. M., Göksun, T., Roseberry, S., Hirsh-Pasek, K., & Golinkoff, R. M. (2022). Infant Categorization Advances Word Learning: The caso of Object

- Mass Nouns and Count Nouns. *Child development*, 93(1), 21-35.
- Puigvert, M., Fàbregues, S., Madariaga, J. M., & Sagrario, M. (2020). The Impact of Family Language Environment on Phonological Awareness, Letter Knowledge and Literacy Skills in Spanish-Catalan Bilingual Children with Specific Language Impairment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2278.
- Purcell, J. J., Jiang, X., Eden, G. F., & Naples, A. J. (2019). Examining the shared neural basis of handwriting and orthographic processing skills. *Developmental cognitive neuroscience*, 35, 9-18.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A. S., McNamara, J. O., & White, L. E. (2018). *Neuroscience* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 676-682. doi: 10.1073/pnas.98.2.676
- Ramachandran, V. S. (1998). *Phantoms in the Brain: Probing the Mysteries of the Human Mind*. HarperCollins Publishers.
- Ramón y Cajal, S. (1894). *Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés*. Paris: Maloine.
- Ramos-Estebanez, C., Fernandez, T., Fraga-Gonzalez, G., Olivares-Moreno, R., Moreno-Martinez, F. J., Bertolero, M. A., ... & Bajo, M. T. (2022). Neural generators of spelling alternative pathways. *Neuroscience Letters*, 784, 136823
- Recanzone, G. H. (2009). Plasticity in the adult auditory system. In J. R. Pomerantz (Ed.), *Topics in integrative neuroscience: From cells to cognition* (pp. 169-198).

Cambridge University Press.

Rello, L., & Baeza-Yates, R. (2017). Good fonts for dyslexia. In *Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS. Conference on Computers and Accessibility* (pp. 14-22).

Rello, L., & Baeza-Yates, R. (2017). The presence of English and Spanish dyslexia in the Web. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 23(2), 37–41. <https://doi.org/10.1080/13614568.2017.1321128>

Rello, L., Baeza-Yates, R., Dempere-Marco, L., & Saggion, H. (2013, September). Frequent words improve readability and short words improve understandability for people with dyslexia. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 203-219). Heidelberg.

Rincón, D., Arnal, J., Latorre, A., & Sans, A. (1995). *Técnicas de investigación en ciencias sociales*. Dykinson.

Roca González, J. (2011). *Neuromitos en educación: cómo nos ayuda o nos perjudica conocer la neurociencia*. Plataforma Editorial.

Roca, J., & González, R. (2014). *Neurodidáctica: La programación neurolingüística del aprendizaje*. Pirámide.

Rodríguez, A. (2020). Estrategias metodológicas aplicadas por el docente en el proceso de enseñanza - aprendizaje en estudiantes con dificultades específicas de aprendizaje. *CienciAmérica*, 9(2), 90-108. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i2.324>

Rodríguez, A. (2020). Nuevas metodologías para la enseñanza de la ortografía. *Tendencias Pedagógicas*, 35, 88-105. <https://doi.org/10.15366/tp2020.35.007>

Rodríguez, C. (2017). De la neuroeducación a la neurodidáctica. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 261-266.

- Rodríguez, C. (2019). Mielinización de la sustancia blanca y aprendizaje de la lectura. *Revista Chilena de Radiología*, 25(3), 344-356. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082019000300344>
- Rodríguez, D. (2021). Relación entre ortografía y calidad de textos escritos. *Didáctica Lengua y Literatura*, 33(1), 66-79. <https://doi.org/10.5209/dill.74862>
- Rodríguez, M. (2023). Bases cognitivas de los trastornos de lectura y escritura. *Signopatías*, 15(1), 78-90.
- Rodríguez, P. (2018). Más allá del error: retroalimentación efectiva en escritura. *Educación Lingüística*, 5(2), 55-61.
- Roediger III, H. L. (2022). The psychology of learning and motivation. *Academic Press*. <https://www.sciencedirect.com/bookseries/psychology-of-learning-and-motivation/vol/69/suppl/C>
- Roediger III, H. L. (2022). The role of neuroscience in optimizing classroom teaching and learning: What we know and what we don't know. *Teaching of Psychology*, 00986283221078815.
- Rogala, J., Bouchard, S., Cordeaux, A., Melunsky, N., Hutson, T., Ramirez, J., & Chang, V. (2016). The feasibility and efficacy of neurofeedback training with advanced mathematical modeling and immersive virtual reality to treat ADHD: study protocol for a randomized controlled study. *Trials*, 17(1), 1-14.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. Oxford University Press.
- Román, F. J., & Tortosa, G. (2013). *Neurociencia y educación: Una guía práctica para la investigación y la enseñanza*. Editorial Síntesis.
- Ruiz, L. (2019). *Maduración sustancia blanca y aprendizaje de la lectoescritura*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

- Ruiz, M. (2021). Conciencia fonológica y su relación con la ortografía en niños hispanohablantes. *Scielo*, 17(2), 455-467. <https://doi.org/10.1590/1980-54972021000100>
- Ruiz, R. (2022). Memoria y ortografía: una revisión de la literatura científica. *Revista Signos*, 55(84), 78-99. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342022000100078>
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). México: McGrawHill.
- Sánchez Miguel, E. (2020). Reading for pleasure: A way to construct literacy competence. *Gist Education and Learning Research Journal*, (21), 56-74. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1281665.pdf>
- Sánchez Miguel, E. (2021). Reading for pleasure: A way to construct literacy competence. *Gist Education and Learning Research Journal*, (21), 56-74. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1281665.pdf>
- Sánchez, C. (2017). Desarrollo de la sustancia blanca y aprendizaje lector. *Revista Chilena de Radiología*, 23(4), 456-467.
- Sánchez, E. (2021). Atención y normas de acentuación en escolares. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 53(2), 87-99. <https://doi.org/10.14349/rlp.v53i2.117>
- Sánchez, J. (2022). Activación del córtex visual durante tareas de escritura: un metaanálisis de neuroimagen. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 16(1), 67-79. <https://doi.org/10.5839/rcnp.2022.1601.05>
- Sánchez, M. (2023). Comorbilidad entre los trastornos del habla y la escritura. Una revisión sistemática. *Revista Chilena de Fonoaudiología*, 24(1), 55-66. <https://doi.org/10.5354/0719-4692.2023.58774>
- Sánchez-Miguel, E. (2020). La conciencia fonológica en el aprendizaje de la lectoescritura. ENSAYOS, *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*,



35(1).

Sánchez-Vives, M. V., & McCormick, D. A. (2000). Cellular and network mechanisms of rhythmic recurrent activity in neocortex. *Nature Neuroscience*, 3(10), 1027-1034.

Schweitzer, N. J., Baker, D. P., & Risko, E. F. (2022). Visual environment and distributed neural learning: principles of classroom design for embodied education. *WIREs Cognitive Science*, 13(1), e1536.

Schweitzer, N. J., Baker, D. P., & Risko, E. F. (2022). Visual environment and distributed neural learning: principles of classroom design for embodied education. *WIREs Cognitive Science*, 13(1), e1536.

Seung, H. S. (2009). Reading the book of memory: Sparse sampling versus dense mapping of connectomes. *Neuron*, 62(1), 17-29.

Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in cognitive sciences*, 12(11), 411-417.

Sherrington, C. S. (1906). *The integrative action of the nervous system*. Yale University Press.

Shimi, A., de Sa, V. R., & Scerif, G. (2014). Towards an integrative theory of visual attention: from Neurons to Behavior. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1316(1), 61-76.

Sierra Bravo, R. (1998). *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica*. Madrid: Paraninfo.

Simons, G. F., y Fennig, C. F. (eds.). (2018). *Ethnologue: Languages of the World*. SIL International.

Singer, W. (2000). *Aprender*. Tusquets Editores.

Smith, L. (2024). *Neurodidáctica en la práctica: Guía para docentes*. Editorial

Magisterio.

- Solari, E. J., Aceves, T. C., Higareda, I., Richards, J. C., Filippini, A. L., Bustos, M. G., & Gerber, M. M. (2020). Longitudinal performance on receptive vocabulary and oral comprehension in English language learners and Spanish-English bilinguals. *Developmental psychology*, 56(7), 1307.
- Soria Pastor, S., Sánchez González, P., & Ato Lozano, M. (2021). The Impact of Home Literacy on Developing Language and Executive Functions During Toddlerhood. *Frontiers in Psychology*, 12, 3091. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.703416>
- Soria-Pastor, S., Giménez-Llort, L., Palmer-Clotet, M. R., Querol-Julián, M., & Morta, S. M. (2021). Phonological and Phonemic Awareness Assessment in Spanish-Speaking Children. *Brain Sciences*, 11(12), 1614.
- Sousa, D. A. (2011). *How the brain learns*. Corwin.
- Srivareerat, M., Tran, T. T., & Ntumngia, F. B. (2022). Model Systems: Magic Potion for Studying How Literacy Changes the Brain? *Trends in Neuroscience and Education*, 27, 100175.
- Stafford-Brizard, K. B. (2016). *Building blocks for learning: A framework for comprehensive student development*. Turnaround for Children.
- Stevens, C., Gabrieli, J.D.E. & Saffran, J. (2024). Targeted auditory training drives temporal processing improvements in dyslexic children. *Annals of Neurology*, 112, 587-601. <https://doi.org/10.1002/ana.27612>
- Suárez-Coalla, P., García-De-Castro, M., & Cuetos, F. (2013). Variables predictoras de la lectura y la escritura en castellano. *Infancia y aprendizaje*, 36(1), 77-89.
- Szűcs, D., & Myers, C. (2020). The neurocognitive basis of individual differences in language and literacy ability. *Perspectives on Language and Literacy*, 46(2),

29-33.

Theurel, A., Frileux, S., Hatwell, Y., & Gentaz, E. (2018). The effects of visual, auditory, and kinaesthetic sensory stimulation on the development of early numeracy skills. *Human Movement Science*, 58, 91-100.

Thomas, M. S., Ansari, D., & Knowland, V. C. (2019). Annual Research Review: Educational neuroscience: progress and prospects. *Journal of child psychology and psychiatry*, 60(4), 477-492.

Thomas, M. S., Ansari, D., & Knowland, V. C. (2019). Annual Research Review: Educational neuroscience: progress and prospects. *Journal of child psychology and psychiatry*, 60(4), 477-492.

Thomas, M. S., Ansari, D., & Knowland, V. C. (2019). Annual Research Review: Educational neuroscience: progress and prospects. *Journal of child psychology and psychiatry*, 60(4), 477-492.

Thomas, M. S., Ansari, D., & Knowland, V. C. (2019). Annual research review: Educational neuroscience: Progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 60(5), 477-492. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12973>

Thomas, M. S., Ansari, D., & Knowland, V. C. (2019). Annual research review: Educational neuroscience: progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 60(5), 477-492. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12973>

Tirapu-Ustárrroz, J., Muñoz-Céspedes, J. M., & Pelegrín-Valero, C. (2015). *Neuropsicología de la educación: evaluación e intervención en el ámbito escolar*. Médica Panamericana.

Tokuhama-Espinosa, T. (2011). *Mind, brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*. W. W. Norton & Company.

Valle, A., Massaro, D., Castelli, I., Zambianchi, M., Rizzello, A., Cabras, E., ... & Marchetti, A. (2022). Promoting students' intrinsic motivation through positive emotions in virtual reality-based experiential learning: A mixed-method study. *British Journal of Educational Technology*.

Valle, A., Massaro, D., Castelli, I., Zambianchi, M., Rizzello, A., Cabras, E., ... & Marchetti, A. (2022). Promoting students' intrinsic motivation through positive emotions in virtual reality-based experiential learning: A mixed-method study. *British Journal of Educational Technology*.

Valle, A., Massaro, D., Castelli, I., Zambrini, L., Falletti, S., Martino, F., ... & Marchetti, A. (2022). Promoting students' intrinsic motivation and learning through emotional scaffolding during the Covid-19 emergency transition to online education at university. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12693>

Willis, J. (2011). *Research-based strategies to ignite student learning*. Alexandria, VA: ASCD.

Willis, J., & Mitchell, G. (2014). *Neuroscience in the classroom*. Solution Tree Press.

Woolley, C. S., & Gould, E. (2016). The adult neurogenesis hypothesis: Testing it, not just accepting it. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(9), 625-626.

Yuste, R. (2005). Origin and spread of local calcium signals in dendrites of pyramidal neurons. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(11), 885-896.