



Neurodidáctica: Influencia de la plasticidad cerebral y las emociones en el aprendizaje significativo de estudiantes universitarios

Neurodidactics: Influence of brain plasticity and emotions on meaningful learning in university students

Carmen Sandra Guzmán Calcina^{1,a}, Henry Yoshin Yahuar Zarate Castillo^{2,b}, Santiago Restrepo Garizabal^{3,c}

Resumen

Objetivos: analizar la influencia de la plasticidad cerebral y las emociones en el aprendizaje significativo de estudiantes universitarios. **Métodos:** se realizó una investigación observacional, transversal, prospectiva y analítica en diciembre de 2024 con una muestra de 128 estudiantes de la Facultad de Medicina Humana de una universidad privada de Lima, Perú. La recolección de datos se efectuó mediante un cuestionario validado aplicado de forma presencial, que evaluó variables como la plasticidad cerebral, las emociones, las neuronas espejo, el aprendizaje multisensorial, la neurodidáctica y el aprendizaje significativo. El análisis estadístico se procesó con el software SPSS v.27, utilizando estadística descriptiva y pruebas de chi-cuadrado para determinar asociaciones, estableciendo un nivel de significancia de $p < 0,05$. **Resultados:** los análisis revelaron asociaciones estadísticamente significativas ($p=0,001$) entre todas las variables estudiadas y el aprendizaje significativo. El mayor impacto se observó en la neurodidáctica y el aprendizaje multisensorial, donde el 65,7% de los estudiantes alcanzó un nivel alto de aprendizaje. Le siguieron la influencia de las neuronas espejo (62,1%), las emociones de alta intensidad (59,1%) y la plasticidad cerebral (48,6%). **Conclusiones:** los hallazgos confirman que los factores neurobiológicos y emocionales son determinantes en el logro de un aprendizaje significativo. Se concluye que es fundamental implementar estrategias pedagógicas basadas en principios de neurodidáctica, diseñadas para potenciar la plasticidad cerebral e integrar las emociones positivas en el entorno educativo universitario.

Palabras claves: aprendizaje significativo, emociones, estrategias pedagógicas, formación universitaria, neurodidáctica, plasticidad cerebral

Abstract

Objective: the Influence of Brain Plasticity and Emotions on Meaningful Learning in University Students **Methods:** An observational, cross-sectional, prospective, and analytical study was conducted in December 2024. The sample consisted of 128 students from the School of Human Medicine at a private university in Lima, Peru. Data were collected using a validated questionnaire administered in person, which assessed variables including brain plasticity, emotions, mirror neurons, multisensory learning, neurodidactics, and meaningful learning. Statistical analyses were performed using SPSS software version 27, employing descriptive statistics and chi-square tests to determine associations, with a significance threshold set at $p < 0.05$. **Results:** the analyses revealed statistically significant associations ($p=0.001$) between all the neurodidactic variables studied and meaningful learning. The most pronounced impact was observed for neurodidactics and multisensory learning, with 65.7% of students achieving a high level of meaningful learning. This was followed by the influence of mirror neurons (62.1%), high-intensity positive emotions (59.1%), and brain plasticity (48.6%). **Conclusions:** the findings confirm that neurobiological and emotional factors are determinants in the attainment of meaningful learning. This study concludes that it is essential to implement pedagogical strategies grounded in the principles of neurodidactics, specifically designed to enhance brain plasticity and integrate positive emotional experiences into the higher education learning environment.

Keywords: meaningful learning, emotions, pedagogical strategies, university education, neurodidactics; brain plasticity.

Recibido el
03 de abril de 2025
Aceptado
05 de noviembre de 2025

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Biomédicas-INICIB, Facultad de Medicina Humana, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
<https://orcid.org/0000-0002-5072-2525>
cguzman@urp.edu.pe

²Escuela profesional de Física, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
<https://orcid.org/0000-0001-8274-8095>
henryoshin7@gmail.com

³Centro de Posgrados, Universitat de Barcelona, Barcelona, España
<https://orcid.org/0000-0003-2677-6870>
srestrepo.neurociencia@gmail.com

*Correspondencia:
Carmen S. Guzmán
Correo electrónico:
cguzman@urp.edu.pe

DOI:
<https://doi.org/10.47993/gmbv48i2.1041>

El sistema de aprendizaje, especialmente en el ámbito universitario, enfrenta diversos desafíos, marcados por las crecientes exigencias del ámbito educativo y laboral, así como, por la divergencia entre las competencias exigidas en la actualidad y las que son promovidas por los sistemas educativos tradicionales. Esta situación se intensifica en el contexto latinoamericano, donde las desigualdades socioeconómicas y la escasa implementación de recursos innovadores acentúan dicha problemática¹⁻⁵. Frente a este escenario, la neurodidáctica se presenta como una disciplina que integra la neurociencia, la psicología cognitiva y la educación, para desarrollar estrategias pedagógicas basadas en el funcionamiento cerebral.

La plasticidad cerebral permite la adaptación y reorganización de las conexiones neuronales, que favorece la consolidación

del aprendizaje a lo largo de la vida^{6,7}. Este fundamento se potencia con el funcionamiento de las neuronas espejo, clave en la empatía y el aprendizaje por observación⁸, y con el aprendizaje multisensorial, que combina estímulos de distintos sentidos para optimizar la retención del conocimiento⁹, enriqueciendo de este modo las experiencias educativas.

Para que el aprendizaje sea verdaderamente significativo, tal como, lo sustenta la teoría de Ausubel, es esencial activar el conocimiento previo existente en la estructura cognitiva del estudiante y organizar la información mediante mapas conceptuales. Sin embargo, este mecanismo cognitivo depende críticamente de un factor neurobiológico: la interacción entre la neuroplasticidad y las emociones. Las emociones positivas potencian la integración de nuevas experiencias para integrar nuevos conocimientos, mientras que el estrés y la ansiedad no solo dificultan el aprendizaje, sino que obstaculizan la creación de las conexiones neuronales que lo hacen posible^{1,10-13}.

Diversos estudios resaltan la importancia de factores emocionales, físicos y ambientales en el aprendizaje: Goetz et al.¹⁴ demostraron que una relación de calidad entre estudiantes y profesores se asocia con emociones positivas y menor ansiedad; Milbocker et al.¹⁵ evidenciaron que el ejercicio físico, el aprendizaje y el enriquecimiento ambiental estimulan la neuroplasticidad mediante la producción de BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor), lo que mejora la memoria y el control motor; mientras, Tomás-Gallego et al.¹⁶ identificaron que el 27,6% de los estudiantes universitarios presentan problemas emocionales relacionados con altos niveles de estrés y otros factores, aunque una mayor actividad física y una dieta saludable pueden mitigarlos. Asimismo, Pickersgill et al.¹⁷ y Gkintoni et al.¹⁸ subrayan que hábitos saludables y la gestión adecuada de las emociones favorecen la adaptación estructural del cerebro, mejorando la memoria y el aprendizaje. Por último, investigaciones en Brasil⁴, Venezuela¹⁹, Chile²⁰ y Perú^{5,21} confirman que la personalización de estímulos educativos, la adopción de enfoques de aprendizaje profundo y el desarrollo de la inteligencia emocional son esenciales para optimizar tanto el rendimiento académico como el bienestar integral de los estudiantes.

La comprensión de la interacción entre neuroplasticidad y emociones constituye una base fundamental para transformar los procesos del aprendizaje y enseñanza en la educación. Para examinar su impacto concreto en la educación superior, esta investigación plantea la siguiente cuestión: ¿Existe influencia de la plasticidad cerebral y las emociones en el aprendizaje significativo de los estudiantes universitarios?

Metodología

Tipo de estudio

El estudio fue de tipo observacional, transversal, retrospectivo, descriptivo y analítico.

Participantes

La investigación se llevó a cabo en diciembre de 2024. El grupo de participantes se seleccionó mediante un censo de la población completa (128 estudiantes) de primer ciclo de una universidad privada en Lima, Perú. Para participar, los estudiantes debían ser mayores de 18 años, estar oficialmente inscritos en el año académico 2024, y gozar de plenas capacidades académicas y emocionales. Quedaron excluidos de la muestra de estudio aquellos individuos con condiciones de salud física que interfirieran con la función cerebral, la respuesta emocional o la capacidad cognitiva o que tuvieran una asistencia insuficiente.

Como resultado de los criterios de inclusión y exclusión, se conservó el 100% de la población para el análisis de estudio, por lo que no fue necesario emplear técnicas de muestreo. La recolección de datos se realizó según la asistencia de los estudiantes a las clases regulares, conforme al plan de estudios de la escuela de Medicina Humana.

Instrumentos

El instrumento empleado en la investigación fue diseñado por Meneses en 2023. Los niveles de neurodidáctica se evaluaron mediante un cuestionario, de 20 preguntas distribuidas en cuatro dimensiones: Plasticidad cerebral, emociones, neuronas espejo y aprendizaje multisensorial. Para medir el aprendizaje significativo, se utilizó un cuestionario compuesto por 20 preguntas organizadas en tres dimensiones: Significatividad lógica, significatividad psicológica del material y actitud favorable. Cada pregunta utilizó una escala Likert de 1 a 5, en las categorías: Totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, incierto, de acuerdo y totalmente de acuerdo, respectivamente²².

Los rangos estandarizados de los cuestionarios permitieron clasificar los niveles de neurodidáctica y aprendizaje significativo en niveles bajo, medio y alto. La validez de ambos cuestionarios fue confirmada mediante el juicio de dos expertos en investigación, y su confiabilidad se respaldó con el coeficiente Alpha de Cronbach de 0,925 para el cuestionario de aprendizaje significativo y 0,934 para el de neurodidáctica, demostrando su fiabilidad y pertinencia para el estudio²².

Procedimiento de toma y análisis de datos

La recolección de datos se realizó de forma presencial mediante dos cuestionarios previamente validados, aplicados en las aulas de la universidad durante sesiones académicas programadas. Antes de la aplicación, se explicó a los participantes el objetivo del estudio, asegurándoles la confidencialidad y el anonimato de sus respuestas. Además, se obtuvo su consentimiento

informado por escrito. Los cuestionarios fueron completados bajo supervisión directa para reducir al mínimo errores o inconsistencias en las respuestas.

El análisis de datos se realizó mediante el software estadístico SPSS, versión 27, siguiendo un enfoque metodológico que integró técnicas descriptivas e inferenciales. En principio, se aplicó estadística descriptiva para caracterizar la muestra del estudio, calculando medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas, así como distribuciones de frecuencia y porcentajes para las variables categóricas. Estos resultados fueron organizados en Microsoft Excel para una presentación tabular clara de los porcentajes. Respecto al contraste de hipótesis, se realizó un análisis inferencial mediante el empleo de tablas de contingencia (tablas cruzadas) junto con la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, configuración adecuada para evaluar asociaciones significativas entre variables cualitativas o categóricas. El nivel de significancia se estableció en $p < 0,05$, criterio convencional que limita a un 5% la probabilidad de que las asociaciones observadas se deban al azar, garantizando así la robustez estadística de los hallazgos.

Resultados

De la tabla 1 presentada, que evalúa las variables: Plasticidad cerebral, emociones, neuronas espejo, aprendizaje multisensorial, neurodidáctica y aprendizaje significativo, en tres niveles de desarrollo (Bajo, Medio y Alto), se revela un patrón claro donde la mayoría se concentra en un nivel Medio. Este predominio es particularmente notable en las variables "Emociones" (52.3%) e "Neuronas espejo" (46.1%), lo que indica una presencia moderada pero generalizada de estos aspectos en la muestra. Por otro lado, ninguna variable supera el 30% en el nivel Alto, siendo "Aprendizaje significativo" (28.9%) y "Neurodidáctica" (27.3%) las mejor posicionadas. Finalmente, es importante destacar que "Plasticidad cerebral" y "Aprendizaje multisensorial" presentan la mayor proporción de participantes en el nivel Bajo (37.5% cada una), identificándolas como áreas de especial atención.

Con relación a las variables mostradas en la Tabla 2, la plasticidad cerebral y el nivel de aprendizaje significativo, reveló una asociación estadísticamente significativa ($p = 0,001$). Estos resultados indican que, entre los estudiantes con baja plasticidad cerebral, el 50,0% presenta un nivel bajo de aprendizaje significativo, mientras que solo el 12,5% alcanza un nivel alto. En contraste, los estudiantes con nivel medio de plasticidad cerebral muestran un 44,4% con aprendizaje significativo medio y un 31,1% con nivel alto. Por último, aquellos con alta plasticidad cerebral destacan por su predominancia en un nivel alto de aprendizaje significativo (48,6%), siendo menores las proporciones en los niveles bajo (11,4%) y medio (40,0%).

La relación entre las variables emociones y el nivel de aprendizaje significativo, mostró una asociación estadísticamente significativa ($p = 0,001$). Los datos revelan que, entre los estudiantes con un nivel bajo de emociones, el 64,1% tiene un aprendizaje significativo bajo, mientras que solo el 15,4% alcanza un nivel alto. En estudiantes con un nivel medio de emociones, el 53,7% presenta aprendizaje significativo medio y el 26,9% logra un nivel alto. En contraste, aquellos con un nivel alto de emociones destacan por su predominancia en el nivel alto de aprendizaje significativo (59,1%), con menores proporciones en los niveles medio (36,4%) y bajo (4,5%).

Respecto a las variables neuronas espejo y aprendizaje significativo, se reveló una asociación estadísticamente significativa ($p = 0,001$). Los estudiantes con baja activación de neuronas espejo presentan predominantemente un nivel bajo de aprendizaje significativo (52,5%), mientras que solo el 7,5% alcanza un nivel alto. En aquellos con activación media de neuronas espejo, el 45,8% se ubican en un nivel medio de aprendizaje significativo, y un 27,1% se distribuyen tanto en los niveles bajo como alto. Por otro lado, los estudiantes con alta activación de neuronas espejo destacan con un 62,1% en el nivel alto de aprendizaje significativo, mientras que las proporciones en los niveles medio (31,0%) y bajo (6,9%) son menores.

El análisis de la relación entre aprendizaje multisensorial y el nivel de aprendizaje significativo, mostró una asociación estadísticamente significativa ($p = 0,001$). Los estudiantes con bajo aprendizaje multisensorial se concentran principalmente en el nivel bajo de aprendizaje significativo (66,7%), mientras que solo el 8,3% alcanza un nivel alto. En el caso de los estudiantes con nivel medio de aprendizaje multisensorial, la mayoría se encuentra en un nivel medio de aprendizaje significativo (62,2%),

Tabla 1. Descripción de las variables de estudio en estudiantes universitarios

Variable	Bajo	Medio	Alto
Plasticidad cerebral	37,5%	35,2%	27,3%
Emociones	30,5%	52,3%	17,2%
Neuronas espejos	31,3%	46,1%	22,7%
Aprendizaje multisensorial	37,5%	35,2%	27,3%
Neurodidáctica	32,0%	40,6%	27,3%
Aprendizaje significativo	30,5%	40,6%	28,9%

Tabla 1. Distribución de las variables: emociones, neuronas espejos y aprendizaje multisensorial según el nivel de aprendizaje significativo

Variable	Aprendizaje significativo			p-valor	
	Bajo	Medio	Alto		
Plasticidad cerebral	Bajo	50%	37,5%	12,5%	0,001
	Medio	24,4%	44,4%	31,1%	
	Alto	11,4%	40,0%	48,6%	
Emociones	Bajo	64,1%	20,5%	15,4%	0,001
	Medio	19,4%	53,7%	26,9%	
	Alto	4,5%	36,4%	59,1%	
Neuronas espejos	Bajo	52,5%	40,0%	7,5%	0,001
	Medio	27,1%	45,8%	27,1%	
	Alto	6,9%	31,0%	62,1%	
Aprendizaje multisensorial	Bajo	66,7%	25,0%	8,3%	0,001
	Medio	15,6%	62,2%	22,2%	
	Alto	0,0%	34,3%	65,7%	
Neurodidáctica	Bajo	63,4%	31,7%	4,9%	0,001
	Medio	23,1%	53,8%	23,1%	
	Alto	2,9%	31,4%	65,7%	

seguidos por un 22,2% en el nivel alto y un 15,6% en el nivel bajo. Por otro lado, aquellos con un alto nivel de aprendizaje multisensorial destacan en el nivel alto de aprendizaje significativo (65,7%), con menores proporciones en los niveles medio (34,3%) y bajo (0,0%).

La relación entre las variables neurodidáctica y el nivel de aprendizaje significativo, reveló una asociación estadísticamente significativa ($p = 0,001$). Los estudiantes con un bajo nivel de neurodidáctica se concentran mayoritariamente en el nivel bajo de aprendizaje significativo (63,4%), mientras que apenas el 4,9% alcanza un nivel alto. Por otro lado, los estudiantes con un nivel medio de neurodidáctica se distribuyen principalmente en los niveles medio (53,8%) y alto (23,1%) de aprendizaje significativo, con un 23,1% en el nivel bajo. En contraste, aquellos con un alto nivel de neurodidáctica presentan una mayor proporción en el nivel alto de aprendizaje significativo (65,7%), seguidos por un 31,4% en el nivel medio y apenas un 2,9% en el nivel bajo.

Discusión

El análisis estadístico evidenció la existencia de relaciones significativas entre el aprendizaje significativo y variables: plasticidad cerebral, emociones, neuronas espejo, aprendizaje multisensorial y neurodidáctica, con un nivel de significancia extremadamente robusto ($p < 0,001$) para todas las asociaciones evaluadas. Estos hallazgos son consistentes con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, que enfatiza cómo el conocimiento previo y las experiencias relevantes facilitan la incorporación de nuevos aprendizajes¹⁰.

Los resultados de esta investigación indican que los estudiantes que presentan una elevada plasticidad cerebral poseen una probabilidad significativamente mayor de alcanzar un aprendizaje significativo de nivel alto (48,6%), en comparación con aquellos con plasticidad reducida (12,5%). Estos hallazgos se alinean con la literatura previa, como el estudio de Almeida et al.⁴, que señaló que la plasticidad cerebral favorece la optimización de los patrones de aprendizaje, facilitando la adaptación del sistema nervioso a demandas cognitivas específicas. En consonancia con lo anterior, el presente trabajo corrobora la existencia de una relación directa entre altos niveles de plasticidad cerebral y la consolidación de aprendizajes significativos, destacando la capacidad del cerebro para reorganizar sus conexiones en respuesta a estímulos educativos¹¹.

En relación con las emociones, Gkintoni et al.¹⁸ destacaron que emociones positivas, como la motivación y la alegría, influyen directamente en la retención del conocimiento y la atención, lo que respalda los hallazgos obtenidos en este trabajo, sobre la relación positiva entre niveles elevados de emociones y el aprendizaje significativo. No obstante, los resultados de este trabajo, difieren de los de Tomás-Gallego et al.¹⁶ quienes encontraron que factores como el estrés percibido tenían un mayor impacto negativo en el aprendizaje, mientras que en el presente trabajo se sugiere que los niveles emocionales altos pueden mitigar estos efectos negativos en contextos específicos.

Los resultados se alinean con la teoría de la autoeficacia de Bandura, que resalta cómo las emociones positivas fortalecen el rendimiento académico al incrementar la confianza y la motivación¹³. Estos hallazgos destacan que el aprendizaje significativo es un proceso dinámico influenciado por factores cognitivos y emocionales.

La plasticidad cerebral facilita la reorganización de las redes neuronales ante estímulos pedagógicos, al tiempo que las emociones positivas promueven un compromiso cognitivo más profundo en los procesos de aprendizaje. Si bien estos hallazgos derivan de un estudio con estudiantes de medicina de Lima, Perú, su fundamento neurobiológico y emocional sugiere que sus principios podrían trascender el contexto específico y ser relevantes para poblaciones universitarias afines en otros entornos. Cabe señalar, no obstante, que variables socioeconómicas y culturales, como las desigualdades estructurales o las diferencias en los sistemas educativos, podrían modular la intensidad de dichas asociaciones. Esta consideración subraya la necesidad de desarrollar estudios transculturales que permitan validar el grado de generalización de estos resultados.

La investigación de Sopla 23 evidencia una asociación significativa entre las neuronas espejo y la adquisición de aprendizajes significativos, demostrando que la estimulación del entorno social potencia la generación de experiencias novedosas y optimiza la eficiencia de los procesos educativos. El estudio, desarrollado con una muestra infantil, identificó que el 62,5% de los aprendizajes significativos se generaron en el contexto familiar mediante interacciones parentales, mientras que el porcentaje restante se asoció a entornos escolares o de socialización entre pares. Complementariamente, Burgos 24 sostiene que la adquisición de conductas y patrones comportamentales se produce fundamentalmente mediante procesos de observación y modelado a partir de referentes humanos. Este mecanismo neurocognitivo implica la activación inmediata de circuitos neuronales mediados por las neuronas espejo ante estímulos sociales relevantes, facilitando la reproducción conductual tanto de manera intencional como incidental. Dicha sincronización neural establece una vinculación fundamental entre la capacidad de imitación, la resonancia empática y la adquisición de aprendizajes socialmente contextualizados. Estos hallazgos enfatizan la influencia determinante del entorno socio-cultural como factor modulador en la construcción de aprendizajes significativos, destacando la importancia de diseñar ambientes educativos que aprovechen sistemáticamente estos principios neurosociales.

Los resultados sugieren la implementación de diseños pedagógicos que integren sistemáticamente estrategias de observación, imitación guiada y participación activa, aprovechando los mecanismos neurocognitivos vinculados a las neuronas espejo para fortalecer los procesos de aprendizaje significativo.

Con el propósito de analizar las convergencias teóricas entre el aprendizaje multisensorial y el aprendizaje significativo, Feitosa et al.²⁵ examinaron la integración del Modelo de Integración Multisensorial con la Teoría de la Asimilación del Aprendizaje y la Retención Significativa con el Dominio del Proceso Cognitivo de Bloom. Su investigación determinó que estos marcos teóricos comparten fundamentos esenciales al reconocer: la relevancia del conocimiento previo en los estudiantes, los procesos de abstracción y profundización cognitiva, y la interrelación funcional entre la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo. Esto subraya la relevancia del aprendizaje multisensorial al estimular simultáneamente múltiples modalidades sensoriales.

Lo mencionado anteriormente encuentra respaldo empírico con el estudio de Poveda et al.²⁶, donde la implementación de una metodología multisensorial, que incorporó estímulos visuales, auditivos, táctiles, gustativos y olfativos, logró promover no solo la participación efectiva de escolares, sino también el desarrollo significativo de sus capacidades cognitivas y lingüísticas. Dicho enfoque facilitó procesos de codificación mnésica más robustos y una mayor transferencia del aprendizaje a largo plazo, reforzando la validez pedagógica de la integración sensorial como catalizador del aprendizaje significativo.

La investigación de Briones et al.²⁷ validó la existencia de una asociación significativa entre la neurodidáctica y el aprendizaje significativo en estudiantes de educación básica superior, evidenciando que los principios neurodidácticos ejercen una influencia determinante en la calidad del aprendizaje. No obstante, el estudio sugiere la necesidad de optimizar la implementación didáctica por parte de los docentes con el fin de reforzar dicha relación y potenciar la generación de aprendizajes significativos. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Fiallos, et al.²⁸, quienes, mediante una revisión bibliográfica de enfoque inductivo-deductivo, analizaron la asociación entre neurodidáctica y el aprendizaje significativo en la educación básica. Su estudio concluyó que la neurodidáctica favorece la retención, la comprensión y motivación de los estudiantes, por lo que recomiendan su integración tanto en la formación docente como en el diseño de metodologías adaptada, orientadas a transformar la enseñanza en un proceso dinámico e inclusivo.

Los hallazgos de esta investigación evidencian que la plasticidad cerebral, la regulación emocional, la actividad de las neuronas espejo, el procesamiento multisensorial y los principios de la neurodidáctica constituyen factores determinantes en la adquisición de aprendizajes significativos en la población universitaria, validando la hipótesis inicial y subrayando la relevancia de incorporar dimensiones neurocognitivas y afectivas en el diseño instruccional. Asimismo, el estudio corrobora que niveles elevados de estas variables se vinculan consistentemente con un rendimiento académico superior, fundamentando la implementación de enfoques pedagógicos basados en evidencias neurocientíficas para maximizar tanto la consolidación como la transferencia del conocimiento.

La presente investigación posee repercusiones sustanciales en los ámbitos práctico, teórico y social. En el plano práctico, se subraya la necesidad de integrar estrategias neurodidácticas, como la estimulación multisensorial y la regulación emocional, para optimizar el aprendizaje significativo en educación superior. Teóricamente, el estudio aporta evidencia empírica que

consolida modelos educativos basados en la neurociencia afectiva, enriqueciendo la comprensión de los mecanismos cognitivo-emocionales implicados. Socialmente, se destaca la urgencia de eliminar barreras socioeconómicas que limitan el acceso a recursos educativos innovadores en contextos latinoamericanos, proponiendo enfoques pedagógicos dirigidos a promover equidad y calidad formativa.

Declaración de conflicto de intereses

No existe ningún conflicto de interés en la realización, análisis y difusión de los resultados obtenidos en esta investigación.

Declaración sobre uso de IA

En la elaboración del presente manuscrito, se ha utilizado inteligencia artificial (IA) como apoyo en tareas de corrección gramatical y parafraseo de antecedentes (quinto párrafo de la introducción). La IA no fue utilizada para elaborar análisis, preservándose en todo momento el criterio académico y la responsabilidad ética de los autores.

Referencias bibliográficas

- Fantozzi IC, Di Luozzo S, Schiraldi MM. The impact of university challenges on students' attitudes and career paths in industrial engineering: a comparative study. *Sustainability*. 2024;16(4):1600. doi:10.3390/su16041600
- Rios JA, Ling G, Pugh R, Becker D, Bacall A. Identifying critical 21st-century skills for workplace success: a content analysis of job advertisements. *Educ Res*. 2020;49(2):80-9. doi:10.3102/0013189X19890600
- Florencio da Silva R, Torres-Rivera AD, Alves Pereira V, Regis Cardoso L, Becerra MJ. Critical environmental education in Latin America from a socio-environmental perspective: identity, territory, and social innovation. *Sustainability*. 2023;15(12):9410. doi:10.3390/su15129410
- Almeida AMF, Ziegler S. Qualitative research approaches to educational inequality in Latin America. En: *Oxford Research Encyclopedia of Education* [Internet]. [citado 2025 Mar 31]. doi:10.1093/acrefore/9780190264093.013.510
- Sánchez SVR. Programa educativo "Emotions and learning" y rendimiento académico en inglés de alumnos de ciencias matemáticas. *Sciéndo*. 2023;26(2):173-9. doi:10.17268/sciéndo.2023.025
- Astudillo MS de AMS de, Simon MSR, Newman GD. Aprender a aprender y aprender a hacer a través de la neurodidáctica. *Rev Educ UPEL-IPB Segunda Nueva Etapa* 20. 2021;25(1):398-420. doi:10.46498/reduipb.v25i1.1368
- Di Pino G, Maravita A, Zollo L, Guglielmelli E, Di Lazzaro V. Augmentation-related brain plasticity. *Front Syst Neurosci* [Internet]. 2014 [citado 2025 Mar 31];8:109. doi:10.3389/fnsys.2014.00109
- Keysers C, Gazzola V. Hebbian learning and predictive mirror neurons for actions, sensations and emotions. *Philos Trans R Soc B Biol Sci*. 2014;369(1644):20130175. doi:10.1098/rstb.2013.0175
- Xu L, Liu X. Probabilistic modeling and numerical simulation of neural circuits for multisensory integration. *Highlights Sci Eng Technol*. 2023;70:522-8. doi:10.54097/hset.v70i.13946
- Matienzo R. Evolución de la teoría del aprendizaje significativo y su aplicación en la educación superior. *Dialekt Rev Investig Filos Teor Soc*. 2020;2(3):17-26.
- Branzila CI. Students' challenges in Romanian tertiary education. *Virgil Madgearu Rev Econ Stud Res*. 2024;17(1):5-22. doi:10.24193/RVM.2024.17.106
- Hassan SA. Challenges faced by first-year students based on individual identities: the case of the College of Basic Education, University of Duhok. *Ascarya J Islam Sci Cult Soc Stud*. 2024;4(1):1-11. doi:10.53754/iscs.v4i1.656
- Zhang G, Yue X, Ye Y, Peng MYP. Understanding the impact of the psychological cognitive process on student learning satisfaction: combination of the social cognitive career theory and SOR model. *Front Psychol* [Internet]. 2021 [citado 2025 Mar 31];12:712323. doi:10.3389/fpsyg.2021.712323
- Goetz T, Bieleke M, Gogol K, van Tartwijk J, Mainhard T, Lipnevich AA, et al. Getting along and feeling good: reciprocal associations between student-teacher relationship quality and students' emotions. *Learn Instr*. 2021;71:101349. doi:10.1016/j.learninstruc.2020.101349
- Milbocker KA, Smith IF, Klintsova AY. Maintaining a dynamic brain: a review of empirical findings describing the roles of exercise, learning, and environmental enrichment in neuroplasticity from 2017-2023. *Brain Plast*. 2024;9(1-2):75-95. doi:10.3233/BPL-230151
- Tomás-Gallego G, Jiménez Boraita R, Ortuño Sierra J, Gargallo Ibor E, Dalmau Torres JM. Emotional and behavioural problems in Spanish university students: association with lifestyle habits and mental well-being. *Healthcare*. 2024;12(15):1482. doi:10.3390/healthcare12151482
- Pickersgill JW, Turco CV, Ramdeo K, Rehsi RS, Foglia SD, Nelson AJ. The combined influences of exercise, diet and sleep on neuroplasticity. *Front Psychol* [Internet]. 2022 [citado 2025 Mar 31];13:831819. doi:10.3389/fpsyg.2022.831819
- Gkintoni E, Antonopoulou H, Halkiopoulou C. Emotional neuroscience and learning. An overview. *Tech Soc Sci J*. 2023;39:421-9. doi:10.47577/tssj.v39i1.8076
- Ferrer K, Molero L, Leal A, Añez O, Araque M, Ávila A. Influencia de la neuroeducación en el rendimiento académico de estudiantes universitarios del área química. *Revista Venezolana de Educación*. 2022;24(78):223-36.
- Cardona-V M, Henríquez-Melgarejo A, Cifuentes Muñoz T, Luengo C, Roco-Videla Á. Learning approaches in students of the areas of health sciences belonging to a regional university in Chile. *Salud Cienc Tecnol* [Internet]. 2024 [citado 2025 Mar 31];4. doi:10.56294/saludcyt2024.1317
- Ávila MFI, Cangalaya RLC, Tolentino DÁ. Estilos de aprendizaje en estudiantes de ingeniería de sistemas en la Universidad Nacional del Centro del Perú. *Rev Conrado*. 2020;16(77):229-33.
- Meneses PSM. Neurodidáctica y el aprendizaje significativo en estudiantes de una universidad del Ecuador 2022 [Internet]. Lima: Universidad César Vallejo; [citado 2025 Mar 31].
- Sopla TR. Neuronas espejo y aprendizaje vicario en una muestra de estudiantes de 4to grado de Perú. *European Public Social Innov Rev* [Internet]. 2024 [citado 2025 Oct 23];9:1-14. doi:10.31637/epsir2024-1143
- Burgos ZD, Cabrera AC. Las neuronas espejo y su incidencia en el aprendizaje. *Res Non Verba* [Internet]. 2021 [citado 2025 Oct 24];11(1). doi:10.21855/resnonverba.v11i1.443
- Feitosa EF, Miyahara KR, Alves AV. Multisensory integration approach, cognitive domains, meaningful learning: reflections for undergraduate nursing education. *Rev Esc Enferm USP* [Internet]. 2022 [citado 2025 Oct 23];11:56. doi:10.1590/1980-220X-REEUSP-2021-0381
- Poveda SB, Ribadeneria PD, Chela GJ. Multisensory teaching in the development of language in early childhood education. *Rev Cient Arbitrada Investig Com Marketing Empresa* [Internet]. 2025 [citado 2025 Oct 24];8(15). doi:10.46296/rc.v8i15.0323
- Briones CG, Intriago LM, Real LC, Solórzano CD. Influencia de la neurodidáctica en el aprendizaje significativo. *Fundación Koinonía* [Internet]. 2020 [citado 2025 Oct 24];4(7).
- Fiallos LM, Castelo HS, Muñoz BM, Guevara NE. Neurodidáctica en el aprendizaje significativo para la educación básica. *Rev Esprint Investig* [Internet]. 2025 [citado 2025 Oct 24];4(1):275-88.