

El cerebro del pensamiento crítico: revisión sistemática de redes neuronales y procesos cognitivos asociados

The brain of critical thinking: a systematic review of neural networks and associated cognitive processes

Recibido: 02/06/2025 - Aceptado: 24/10/2025

Rocío Tovar Paucar

<https://orcid.org/0000-0002-8235-6339>

rociotovarpaucar@gmail.com

Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Harry Renzo Cuadros Verán

<https://orcid.org/0009-0009-5998-145X>

hcuadros@mpfn.gob.pe

Universidad de San Martín de Porres. Lima, Perú

Edgar Alejandro Alcantara Perez

<https://orcid.org/0009-0003-3887-5398>

ealejandro.alcantara@gmail.com

Universidad de San Martín de Porres. Lima, Perú

Resumen

El pensamiento crítico es la capacidad que permite analizar, evaluar y sintetizar información de manera objetiva y lógica. Por esta razón, implica cuestionar ideas, reconocer sesgos y tomar decisiones informadas para abordar problemas complejos con eficacia. El objetivo de esta revisión fue examinar el estado actual del conocimiento sobre las redes neuronales y los procesos cognitivos asociados al pensamiento crítico durante el período comprendido entre 2019 y 2024. Para ello, se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo la metodología PRISMA. Se consultaron diversas bases de datos, entre ellas ProQuest, Dialnet, ScienceDirect y SciELO. Luego de identificar los artículos pertinentes, se procedió a categorizarlos, seleccionando un total de 38 estudios. Los hallazgos indican que la mayoría de las investigaciones sobre redes neuronales y procesos cognitivos relacionados con el pensamiento crítico en este período se originaron en Asia (11%), con un mayor número de publicaciones en el año 2023 (26%). Además, los diseños de estudio predominantes fueron los cuasiexperimentales y descriptivos, ambos representando un 26% de los artículos revisados. En conclusión, esta revisión permitió ampliar la comprensión de los procesos cerebrales implicados en el pensamiento crítico, abarcando desde las redes neuronales hasta las funciones cognitivas que facilitan la toma de decisiones informadas y la resolución de problemas complejos.

Palabras clave: cerebro, neurociencia, pensamiento crítico, procesos cognitivos, redes neuronales.

Abstract

Critical thinking is the ability to analyze, evaluate, and synthesize information objectively and logically. For this reason, it involves questioning ideas, recognizing biases, and making informed decisions to effectively address complex problems. The objective of this review was to examine the current state of knowledge on neural networks and cognitive processes associated with critical thinking during the period from 2019 to 2024. To this end, a systematic review was conducted following the PRISMA methodology. Several databases were consulted, including ProQuest, Dialnet, ScienceDirect, and SciELO. After identifying relevant articles, they were categorized, resulting in a total of 38 studies. The findings indicate that most of the research on neural networks and cognitive processes related to critical thinking during this period originated in Asia (11%), with the highest number of publications in 2023 (26%). Furthermore, the predominant study designs were quasi-experimental and descriptive, both representing 26% of the reviewed articles. In conclusion, this review broadened our understanding of the brain processes involved in critical thinking, encompassing everything from neural networks to the cognitive functions that facilitate informed decision-making and the resolution of complex problems.

Keywords: brain, neuroscience, critical thinking, cognitive processes, neural networks.

Introducción

La neurociencia se define como el estudio de la neurofisiología cerebral, abarcando desde sus primeras etapas de desarrollo hasta su completa madurez. Actualmente, este campo está en constante expansión, con investigaciones que involucran tanto a animales como a humanos. En este contexto, el uso de la resonancia magnética ha sido fundamental para obtener imágenes del cerebro, lo que ha facilitado el análisis de las redes neuronales activas durante diversas tareas cognitivas (Peña-Troncoso et al., 2019).

A lo largo de la historia, el pensamiento ha ocupado un lugar central en disciplinas como la filosofía y la psicología, constituyéndose en el motor principal de los sistemas educativos. El avance científico y tecnológico ha impulsado numerosas investigaciones sobre el pensamiento, poniendo especial atención en el complejo funcionamiento cerebral que lo sustenta (Montes et al., 2018).

Desde una perspectiva internacional, las políticas de calidad educativa han priorizado la cobertura, aunque con una limitada atención a la eficacia del desarrollo del pensamiento crítico y sin atender adecuadamente los cambios estructurales que el sistema requiere. Por ejemplo, en 2018 Colombia reportó una cobertura del 72,3% en educación secundaria y del 42,6% en educación media, pero enfrentaba elevadas tasas de deserción atribuidas a la falta de un enfoque crítico en la finalización de los estudios (Zuluaga et al., 2022).

En una universidad del sureste de México se estudió el impacto de un programa formativo mediante la aplicación del Test California de Destrezas de Pensamiento Crítico al inicio y al final del semestre. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en el pensamiento crítico y en las habilidades de los estudiantes que recibieron orientación de tutores capacitados en dicho programa (Núñez-López et al., 2019).

Durante décadas, las políticas educativas nacionales han estado ancladas en un enfoque de enseñanza centrado en la memorización, presente en todos los niveles. Esta práctica, persistente en el tiempo, se ha revestido bajo el término de aprendizaje tradicional, que se limita a la simple acumulación de conocimientos (Benavides & Ruíz, 2022). Asimismo, el Ministerio de Educación (Minedu) en su documento de 2016 establece que uno de los once aprendizajes esperados en el perfil de egreso de los estudiantes de educación básica regular es el fomento de procesos autónomos de aprendizaje. Este enfoque busca que los estudiantes logren aprendizajes individuales y colaborativos, subrayando la importancia de construir conocimientos y experiencias que promuevan el pensamiento crítico.

Por otro lado, la neurociencia aporta una perspectiva valiosa para comprender el funcionamiento del cerebro humano, facilitando el estudio de los complejos procesos cognitivos que sustentan el pensamiento y el comportamiento. Esta disciplina resulta fundamental para entender la naturaleza compleja del pensamiento crítico y su relación con la actividad cerebral.

Las funciones cognitivas esenciales del cerebro se conciben como el resultado funcional y temporal de la interacción dinámica entre estructuras cerebrales, determinadas genéticamente, y su entorno. Según psicólogos cognitivos y neuropsicólogos, la actividad mental o cognitiva representa un reflejo directo de la actividad neuronal. De este modo, la representación y el almacenamiento del conocimiento, como procesos cognitivos, deben estar estrechamente vinculados con la activación del sistema nervioso central (Escobar, 2024).

Aunque la relación entre procesos cognitivos y actividad neuronal es crucial, gran parte de la investigación en neurociencias cognitivas se ha centrado en evidenciar la correlación entre áreas específicas del sistema nervioso central y ciertas actividades cognitivas (Araya-Pizarro & Espinoza, 2020).

En ese sentido, las redes neuronales artificiales presentan una ventaja significativa en su diseño y funcionamiento, ya que imitan muchas características propias del cerebro humano. Esto les permite aprender a partir de experiencias previas, abstraer características esenciales, generalizar información con base en casos anteriores y adaptarse a nuevas situaciones, incluso cuando la información inicial es limitada o poco relevante (Sánchez-Heredia & Álvarez-Medina, 2022).

Según Gagné (1986), la interacción con el entorno se realiza mediante los sentidos, los cuales están integrados en procesos cognitivos que organizan la información. Del mismo modo que las acciones externas permiten manipular objetos, los procesos cognitivos internos codifican la información ambiental, representándola mediante la codificación, síntesis, almacenamiento y recuperación de datos. Este fenómeno, conocido como metacognición, se define como la capacidad para procesar información, que está influida por las necesidades, expectativas y valores personales (Manrique, 2020).

Entre las teorías cognitivas más relevantes, la teoría del aprendizaje constructivista destaca por autores como Piaget (1973) y Vygotsky (1978), quienes postulan que el aprendizaje es un proceso activo en el cual el conocimiento se construye a partir de experiencias previas. De forma complementaria, Bruner (1998), en su

teoría del aprendizaje por descubrimiento, enfatiza la importancia de adquirir conocimientos mediante la exploración y experimentación.

El respaldo teórico actual también permite considerar nuevas perspectivas en el aprendizaje, como el modelo de aprendizaje adaptativo, basado en el constructivismo. Este modelo plantea que los procesos cognitivos deben ajustarse a las necesidades y características individuales. En esta línea, el conocimiento se construye activamente a través de la interacción con el entorno y la experiencia personal, lo que favorece la motivación, la retención y la comprensión del contenido (Bolaño-García & Duarte-Acosta, 2024).

El pensamiento crítico se describe como la habilidad para razonar con el propósito de mejorar la calidad de las ideas referentes a cualquier tema o problema. Este proceso da como resultado a un individuo con pensamiento crítico desarrollado, capaz de formular preguntas esenciales con claridad, reunir y evaluar información relevante, emplear conceptos abstractos y llegar a conclusiones y soluciones efectivas (Vendrell & Ramírez, 2020).

De acuerdo con Fierro y Di Doménico (2017), el pensamiento crítico es un proceso metacognitivo activo que combina habilidades, disposiciones y conocimientos específicos para emitir juicios reflexivos. Este enfoque está orientado hacia la acción y la resolución eficiente de problemas. Por su parte, Kuhn (2018) destaca la relevancia del pensamiento crítico en ámbitos teóricos y pedagógicos.

Para desarrollar un pensamiento crítico efectivo, es fundamental establecer un propósito claro y formular preguntas adecuadas que definan el problema a resolver. Las características de una persona pensante críticamente se manifiestan en sus recursos intelectuales, que incluyen su conocimiento previo, la comprensión de los estándares para un razonamiento sólido y el dominio de conceptos críticos fundamentales (Mackay et al., 2019).

Por estas razones, la presente investigación propone como objetivo analizar el estado de la cuestión sobre las redes neuronales y los procesos cognitivos implicados en el pensamiento crítico durante el periodo 2019-2024.

Metodología

Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica siguiendo la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que guió el desarrollo del estudio. El objetivo principal fue evaluar el estado actual del conocimiento sobre las redes neuronales y los procesos cognitivos implicados entre 2019 y 2024.

Para garantizar una cobertura amplia, se incluyeron artículos indexados en bases de datos reconocidas en español e inglés, como ProQuest, Dialnet, ScienceDirect y SciELO. Se seleccionaron investigaciones publicadas dentro del periodo establecido que abordaran temas relacionados con redes neuronales y procesos cognitivos, y que aplicaran diversas metodologías: desde estudios descriptivos y aplicados hasta cuantitativos, cualitativos y experimentales. Esto permitió construir un marco referencial sólido y diverso.

Solo se consideraron artículos indexados, excluyendo libros, tesis e informes. También se descartaron aquellos que no cumplieran con los objetivos o carecían de relevancia, especialmente los que no contenían palabras clave vinculadas a las variables de estudio. Esta selección se realizó mediante una revisión exhaustiva de los textos obtenidos de las bases mencionadas.

La búsqueda se diseñó para obtener resultados relevantes y específicos, utilizando palabras clave como "cerebro", "cognición", "educación", "redes neuronales" y "pensamiento crítico". Se aplicaron combinaciones mediante operadores booleanos para refinar los resultados: ["cerebro" OR "cognición"] AND ("redes neuronales" OR "pensamiento") AND ("educación" OR "cognición" OR "redes neuronales") AND ("cerebro")].

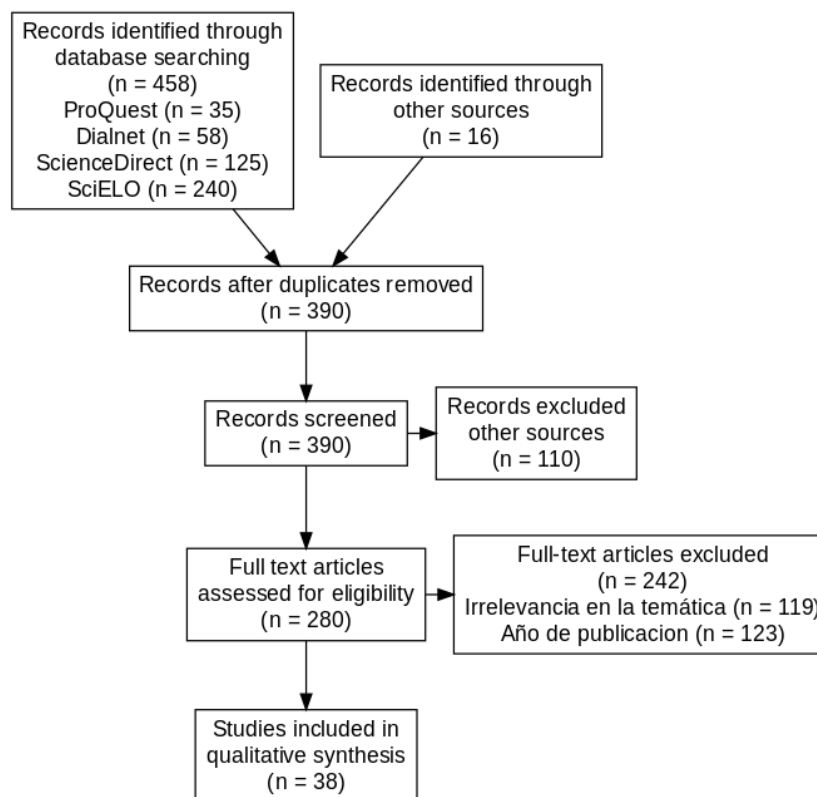
Los artículos recuperados fueron exportados en formato Excel para facilitar su organización, eliminación de duplicados y filtrado de documentos poco relevantes. La búsqueda y selección se llevó a cabo entre octubre y diciembre de 2024.

Tras aplicar rigurosamente los criterios de elegibilidad y la estrategia de búsqueda, se seleccionaron 38 artículos para su análisis, todos procedentes de bases de datos indexadas y conformes con los parámetros establecidos.

Finalmente, la recopilación de datos se desarrolló de manera sistemática, combinando obtención, organización y consulta en las bases académicas mencionadas. Para optimizar el proceso, se aplicaron filtros específicos basados en los criterios definidos inicialmente.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo conforme a la metodología tipo PRISMA empleada en la recopilación de los artículos.

Figura 1
Diagrama de flujo PRISMA



Resultados

Tras una exhaustiva revisión sistemática de la literatura, se seleccionaron un total de 38 artículos provenientes de diversos países. Estos trabajos cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, garantizando la relevancia y calidad de las fuentes escogidas para el análisis.

Para facilitar la organización y comprensión de los datos, los artículos se clasificaron según los autores y año de publicación, la modalidad ABI (Análisis Bibliométrico de la Información) y el contexto institucional, incluyendo universidad y país de procedencia. Esta categorización permitió identificar tendencias geográficas, metodológicas y temporales en la investigación sobre redes neuronales y procesos cognitivos relacionados con el pensamiento crítico.

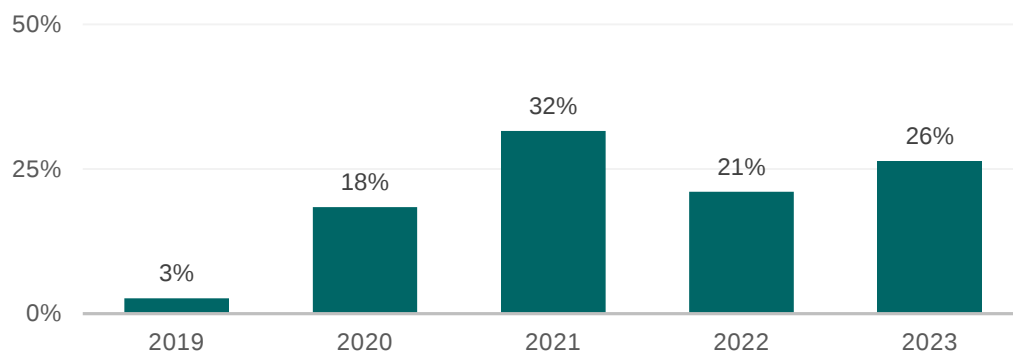
A continuación, se presenta la Tabla 1, que detalla los artículos incluidos en esta revisión sistemática, evidenciando la diversidad y alcance de los estudios analizados.

Tabla 1
Artículos incluidos en la revisión sistemática

N°	Autores	Modalidad ABI	Universidad/País
1	Amin et al. (2020)	Research-based	Universitas Negeri Malang / Indonesia
2	Gulbahor & Surayo (2021)	Research-based	Universidad Estatal de Bukhara / Uzbekistan
3	Lapuz & Fulgencio (2020)	Research-based	Universidad Estatal Ramon Magsaysay / Filipinas
4	Makhrus & Hidayatullah (2021)	Research-based	Universitas Mataram / Indonesia
5	Mundt et al. (2023)	Research-based	Universidad Goethe, Theodor-W.-Adorno-Platz / Alemania
6	Sari et al. (2021)	Research-based	Universidad de Samudra / Indonesia

7	Groyecka, et al. (2020)	Research-based	Universidad de Leeds / Reino Unido
8	Varveris et al. (2023)	Research-based	Universidad Helénica Internacional / Grecia
9	Yu et al. (2019)	Research-based	Universidad Normal Nacional de Taiwán / Taiwán
10	Malfert (2023)	Research-based	Universidad Autónoma Tomás Frías / Bolivia
11	Phérez et al. (2020)	Research-based	Corporación Universitaria Adventista / Colombia
12	Lin et al. (2022)	Research-based	Columbio University / Estados Unidos
13	Zorzos et al. (2023)	Research-based	Universidad de Atenas / Grecia
14	Pedraza et al. (2023)	Research-based	Universidad del Atlántico / Colombia
15	Quimi et al. (2023)	Research-based	Universidad de Zaragoza / España
16	Gómez-León (2020)	Research-based	Universidad Internacional de La Rioja / España
17	Símon & Rodríguez (2021)	Research-based	Universidad Pedagógica Experimental Libertador IPMAR / Venezuela
18	Escribano et al. (2024)	Research-based	Universidad de Manizales / Colombia
19	Bati (2022)	Research-based	Universidad Nacional de Tucumán / Argentina
20	Pazos-Yerovi y Aguilar-Gordón (2024)	Research-based	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Ecuador
21	López (2020)	Research-based	Universidad Metropolitana de Guayaquil / Ecuador
22	Cifuentes-Castañeda y Marín- Gutierrez (2024).	Research-based	Universidad Católica de Uruguay / Uruguay
23	Rivas et al. (2022)	Research-based	Universidad del Bío Bío / Chile
24	Warsah et al. (2021)	Research-based	Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau / Indonesia
25	Derseh & Shifere (2020)	Research-based	Universidad de Woldia / Etiopia
26	Campo et al. (2023)	Research-based	Universidad de Deusto / España
27	Suryana & Yulia (2021)	Research-based	Universitas Negeri Padang / Indonesia
28	Ossa et al. (2023)	Research-based	Universidad Diego Portales / Chile
29	Lestari & Setyarsih (2021)	Research-based	Universidad Negeri Surabaya / Indonesia
30	İlaslan et al. (2023)	Research-based	Universidad Akdeniz / Turquía
31	Putra et al. (2023)	Research-based	Universidad De La Salle
32	Demir (2022)	Research-based	Universidad Bandırma Onyedi Eylül / Turquía
33	Susetyarini & Fauzi (2020)	Research-based	Universitas Muhammadiyah Malang / Indonesia
34	Luoise (2019)	Research-based	Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología de Taiwán / Taiwán
35	Septiany et al. (2024)	Research-based	State University of Surabaya / Indonesia
36	Chesire et al. (2022)	Research-based	Instituto Noruego de Salud. Público / Noruega
37	Putri et al. (2023)	Research-based	Universitas Negeri Medan / Indonesia
38	Isvida et al. (2024)	Research-based	Universitas PGRI Madiun / Indonesia

Figura 2
Porcentaje de los años de publicación de los artículos analizados



Según lo mostrado en la Figura 2, en 2019 se registró un 3% (1 de 38) de los artículos revisados. En 2020, este porcentaje aumentó al 18% (7 de 38). Para 2021, se observó el mayor porcentaje, con un 32% (12 de 38), seguido de 2022 con un 21% (8 de 38) y finalmente 2023 con un 26% (10 de 38).

Tabla 2
Estrategias cognitivas de los artículos revisados

Estrategias	Cantidad	Porcentaje
Análisis de tareas cognitivas	10	26%
Análisis de argumentos	9	24%
Análisis metacognitivo	12	32%
Flexibilidad cognitiva	7	18%
Total	38	100%

En relación con la información presentada en la Tabla 2, se observa que los datos se distribuyen entre estrategias cognitivas de análisis de tareas cognitivas (26%), análisis de argumentos (24%), análisis metacognitivo (32%) y flexibilidad cognitiva (18%). Estos resultados indican que el análisis metacognitivo es la estrategia más predominante, seguida por el análisis de tareas cognitivas y el análisis de argumentos, mientras que la flexibilidad cognitiva es la menos frecuente. Esto sugiere una tendencia a priorizar la reflexión sobre los propios procesos mentales y la organización de tareas, en lugar de enfocarse en la adaptación flexible a nuevas circunstancias.

Tabla 3
Procesos cognitivos de los artículos revisados

Procesos	Cantidad	Porcentaje
Evaluación de argumentos y evidencias	10	26%
Identificación y comprensión del problema	13	34%
Comunicación y argumentación	8	21%
Resolución de problemas	7	18%
Total	38	100%

En cuanto a la información reflejada en la Tabla 3, se observa que se distribuye entre la evaluación de argumentos y evidencias (26%), la identificación y comprensión del problema (34%), la comunicación y argumentación (21%) y la resolución de problemas (18%). La predominancia de actividades orientadas a identificar y comprender el problema (34%) y a evaluar argumentos y evidencias (26%) destaca un enfoque

preliminar y fundamental, que establece las bases para una toma de decisiones adecuada y una resolución efectiva. Por lo tanto, profundizar en la comprensión del problema y valorar la evidencia disponible son pasos esenciales antes de avanzar hacia la argumentación o la resolución de conflictos.

El análisis de la producción científica revela un interés global creciente por la investigación como motor del avance del conocimiento. En Asia, se destaca una notable concentración de estudios, especialmente en Indonesia, donde autores como Amin et al. (2020), Makhruh y Hidayatullah (2021), Sari et al. (2021), Warsah et al. (2021), Suryana & Yulia (2021), Lestari & Setyarsih (2021), Susetyarini & Fauzi (2022), Septiany et al. (2024), Putri et al. (2023) e Isvida et al. (2024) han desarrollado investigaciones significativas. Asimismo, otros países asiáticos aportan contribuciones relevantes, como Gulbahor y Surayo (2021) desde Uzbekistán, Lapuz y Fulgencio (2020) en Filipinas, Yu et al. (2019) y Luoise (2019) en Taiwán. Esta producción refleja un compromiso sostenido con la investigación empírica en diversos campos del saber.

En Europa, la producción científica exhibe una considerable diversidad geográfica e institucional. Alemania está representada por Mundt et al. (2023), mientras que el Reino Unido cuenta con aportes de Groyecka et al. (2020). Grecia se destaca por la actividad investigativa de Varveris et al. (2023) y Zorzos et al. (2023). España aporta con los trabajos de Quimi et al. (2023), Gómez-León (2020) y Campo et al. (2023), y Turquía con las investigaciones de İlaslan et al. (2023) y Demir (2022). Además, Lin et al. (2022) desde Estados Unidos y Chesire et al. (2022) desde Noruega amplían el espectro hacia Norteamérica y Escandinavia, evidenciando el alcance global de este tipo de investigación.

América Latina también contribuye significativamente al panorama global. Bolivia está representada por Malfert (2023), Colombia destaca con Phérez et al. (2020), Pedraza et al. (2023) y Escribano et al. (2023). Argentina aporta con Bati (2022), Ecuador con Pazos-Yerovi y Aguilar-Gordón (2024) y López (2020), y Uruguay con Cifuentes-Castañeda y Marín-Gutiérrez (2024). Chile se presenta con los trabajos de Rivas et al. (2022) y Ossa et al. (2023), Venezuela con Símon y Rodríguez (2021), y Putra et al. (2023) de la Universidad De La Salle complementan este panorama latinoamericano. Por último, África está representada por Wale & Bishaw (2020) desde Etiopía, mostrando cómo la investigación basada en evidencia trasciende fronteras continentales.

Esta diversidad geográfica y cultural enriquece la investigación sobre el pensamiento crítico. Los estudios "*research-based*" permiten explorar las redes neuronales involucradas en procesos clave como el análisis, la inferencia y la evaluación, elementos fundamentales del pensamiento crítico. Por ejemplo, las investigaciones mencionadas podrían analizar cómo distintas metodologías de enseñanza basadas en la investigación influyen en la activación de la corteza prefrontal, área cerebral central para la toma de decisiones y el pensamiento complejo. De manera similar, estos investigadores aportan datos empíricos desde sus respectivos contextos culturales y áreas de estudio, mostrando cómo variables educativas, socioculturales y metodológicas afectan los procesos cognitivos, lo que enriquece esta revisión sistemática sobre el cerebro del pensamiento crítico.

Finalmente, la producción científica en la modalidad "*research-based*" constituye una base amplia y sólida para el estudio sistemático de las redes neuronales y los procesos cognitivos vinculados al pensamiento crítico. La convergencia de investigaciones provenientes de múltiples regiones y perspectivas, como las de los autores citados, permite construir un conocimiento más robusto e integral en este fascinante campo.

Discusión

El pensamiento crítico se reconoce como una de las habilidades cognitivas más valoradas para la resolución de problemas complejos, la toma de decisiones informadas y la evaluación de información en un mundo saturado de datos contradictorios (Amin et al., 2020). Sin embargo, comprender los procesos subyacentes que sustentan este tipo de razonamiento sigue siendo un desafío en la neurociencia cognitiva. En los últimos años, los avances en la investigación sobre redes neuronales y sus interacciones han comenzado a esclarecer cómo el cerebro organiza y regula los procesos asociados al pensamiento crítico (Gulbahor & Surayo, 2021; Chesire et al., 2022).

De acuerdo con la revisión realizada, las regiones con mayor producción científica vinculada a las redes neuronales y procesos cognitivos del pensamiento crítico son Asia (26%) y Europa (11%). En este sentido, Símon de Astudillo y Rodríguez (2021) señalan que las investigaciones en neuroeducación, particularmente las desarrolladas en Europa, superan las perspectivas tradicionales de la pedagogía y la didáctica. Estas disciplinas reconocen que el aprendizaje no es solo un proceso intelectual, sino que el entendimiento se enriquece plenamente a través de la experiencia y la emoción, de manera muy similar a como ocurre con el lenguaje.

Por lo tanto, mientras las perspectivas clásicas consideran el aprendizaje como un proceso estrictamente intelectual orientado a la adquisición de conocimientos y habilidades, la neuroeducación integra de forma

armoniosa los aspectos cognitivos, emocionales y sociales, otorgando un enfoque más completo al proceso educativo.

Respecto a las estrategias empleadas para identificar los procesos cognitivos del pensamiento crítico, se encontró que el análisis metacognitivo fue predominante entre los artículos revisados. De acuerdo con Rivas et al. (2022), el pensamiento crítico depende en gran medida del correcto funcionamiento de los mecanismos metacognitivos, lo cual implica una mayor conciencia sobre los propios procesos, acciones y emociones involucrados. Asimismo, Putra et al. (2023) destacan que los aspectos metacognitivos son fundamentales para el desarrollo de competencias transversales, facilitando la identificación de problemas en diversas situaciones y subrayando la importancia de reconocer las limitaciones que enfrentan las personas al resolverlos.

Por ende, las estrategias más destacadas para identificar los procesos cognitivos del pensamiento crítico incluyen el análisis metacognitivo, que se establece como el enfoque predominante en los estudios seleccionados, favoreciendo una conciencia más plena sobre los elementos implicados en el razonamiento crítico, esencial para abordar y resolver problemas complejos.

En cuanto a la distribución temporal de los artículos, se observó un mayor número de publicaciones durante los años 2021 (32%) y 2023 (26%). En esta línea, Gómez-León (2020) revisó 116 artículos publicados entre 2014 y 2019, de los cuales el 81% correspondía a estudios originales y el resto a revisiones. Se seleccionaron 40 trabajos, 34 originales y 6 revisiones; 29 de ellos relacionaban la creatividad con aspectos psicobiológicos, mientras que los 11 restantes abordaban principalmente aspectos cognitivos, conductuales y emocionales.

Asimismo, entre los principales procesos cognitivos reportados en los artículos, la identificación y comprensión del problema fue el más frecuentemente abordado, independientemente del diseño del estudio. En consonancia, Lapuz y Fulgencio (2020) señalaron que, durante una evaluación formativa, se observó un progreso significativo en la capacidad crítica de los estudiantes, atribuido al aprendizaje basado en problemas, lo que evidenció un mejor desempeño académico. Por otro lado, Pedraza et al. (2023) indicaron que, aunque se detectaron debilidades en el nivel inferencial y en el análisis crítico de textos narrativos, estas actividades podrían fortalecer procesos cognitivos fundamentales como la atención y la memoria, contribuyendo a que los estudiantes mantengan su concentración y retengan mayor información.

En definitiva, los procesos cognitivos más relevantes identificados en esta revisión son la identificación y comprensión del problema, los cuales se han utilizado con mayor frecuencia en los estudios analizados. Además, se destaca que estas actividades fortalecen funciones cognitivas esenciales que favorecen la concentración y la retención de información, aspectos clave para el desarrollo del pensamiento crítico.

Conclusiones

La revisión de la literatura sobre redes neuronales y procesos cognitivos asociados al pensamiento crítico, abarcando el periodo 2019-2024, muestra un panorama dinámico con tendencias claras tanto geográficas como metodológicas. Un hallazgo destacado es la concentración significativa de la producción científica en Asia, especialmente en Indonesia, que representa el 26% de los estudios analizados. Europa también se presenta como un polo relevante, con España liderando el 11% de esta actividad. Esta distribución geográfica indica que el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico es una prioridad en los sistemas educativos de estas regiones.

El análisis temporal revela un creciente interés en el área, con picos de producción en 2021 (32%) y 2023 (26%). En términos metodológicos, predominan los diseños cuasiexperimentales y descriptivos, ambos con un 26%, lo que refleja una tendencia a evaluar intervenciones específicas y a caracterizar el estado actual de las habilidades cognitivas en distintos grupos estudiantiles.

En cuanto a las estrategias pedagógicas, se destaca que el análisis metacognitivo (32%) y el análisis de tareas cognitivas (26%) son las herramientas principales para identificar y potenciar el pensamiento crítico. Esto resalta la importancia de la metacognición, entendida como la capacidad del estudiante para reflexionar sobre sus propios procesos mentales, aspecto fundamental para reconocer problemas y transferir soluciones a contextos nuevos. En este marco, el aprendizaje basado en problemas (Problem-Based Learning, PBL) se posiciona como una de las metodologías más efectivas.

Finalmente, al desglosar los procesos cognitivos específicos, se confirma que la mayoría de las investigaciones se enfocan en la identificación y comprensión del problema (34%) y en la evaluación de argumentos y evidencias (26%). Los resultados respaldan que el PBL ejerce un impacto positivo y significativo en el desarrollo de la capacidad crítica de los estudiantes. Aunque se identifican algunas debilidades, como en el análisis de textos narrativos, las actividades relacionadas con este enfoque muestran un gran potencial para

fortalecer procesos cognitivos esenciales, tales como la atención y la memoria, consolidándose así como una vía prometedora para formar pensadores más agudos y reflexivos.

Referencias

- Amin, S., Utaya, S., Syamsul, B., & Singgih, S. (2020). Effect of problem based learning on critical thinking skill and environmental attitude. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2), 743–755. <https://doi.org/10.17478/jegys.650344>
- Araya-Pizarro, S., & Espinoza, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propósitos y Representaciones*, 8(1), e312. <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- Bati, K. (2022). A systematic literature review regarding computational thinking and programming in early childhood education. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2059–2082. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10700-2>
- Benavides, C., & Ruíz, A. (2022). El pensamiento crítico en el ámbito educativo: Una revisión sistemática. *Revista Innova Educación*, 4(2), 62–79. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2022.02.004>
- Bolaño-García, M., & Duarte-Acosta, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*, 39(1), 51–63. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9530809>
- Brunner, J. (1998). *Desarrollo cognitivo y educación* (5a ed.). Morata.
- Campo, L., Galindo-Domínguez, H., Bezanilla, M. J., Fernández-Nogueira, D., & Poblete, M. (2023). Methodologies for fostering critical thinking skills from university students' points of view. *Education Sciences*, 13(2), 132. <https://doi.org/10.3390/educsci13020132>
- Cheshire, F., Ochieng, M., Mugisha, M., et al. (2022). Contextualizing critical thinking about health using digital technology in secondary schools in Kenya: A qualitative analysis. *Pilot and Feasibility Studies*, 8, 227. <https://doi.org/10.1186/s40814-022-01183-0>
- Cifuentes-Castañeda, P. A., & Marín-Gutiérrez, A. (2024). Funcionamiento ejecutivo de estudiantes universitarios y rendimiento académico: Revisión sistemática. *Revista de Psicología y Educación*, 19(2). <https://doi.org/10.23923/rpye2024.02.259>
- Demir, E. (2022). An examination of high school students' critical thinking dispositions and analytical thinking skills. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 190–200. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1349887>
- Escobar, R. (2024). Redes neuronales, procesos cognoscitivos y análisis de la conducta. *Conductual*, 2(1), 23–43. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9463677>
- Escribano, C., Gil-Fernández, R., & Calderón, D. (2024). Confluencias entre pensamiento crítico y redes sociales en el ámbito educativo: Mapeo de experiencias y detección de desafíos a través de una revisión sistemática. *Revista Complutense de Educación*, 35(2), 363–379. <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/220433>
- Fierro, C., & Di Doménico, M. C. (2017). Enseñanza y formación universitaria en Psicología en Argentina: Caracterización de una taxonomía del pensamiento crítico. *Cuadernos de Neuropsicología*, 11(1), 30–67. <https://doi.org/10.7714/CNPS/11.1.202>
- Gagné, R. (1986). *La instrucción basada en la investigación sobre el aprendizaje*. Universidad Iberoamericana.
- Gita Isvida, M., Sunandar, A., & Mukti Rahayu, H. (2024). Effect of problem-based learning integrated with ethnoscience on critical thinking skills in SMA Negeri 01 Kubu. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 16(1), 51–57. <https://doi.org/10.25134/quagga.v16i1.54>
- Gómez-León, M. I. (2020). Bases psicobiológicas de la creatividad en los niños con altas capacidades. *Psiquiatría Biológica*, 27(1), 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.psiq.2020.01.004>
- Groyecka, A., Gajda, A., Jankowska, D. M., Sorokowski, P., & Karwowski, M. (2020). On the benefits of thinking creatively: Why does creativity training strengthen intercultural sensitivity among children. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100693. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100693>
- Gulbahor, A., & Surayo, A. (2021). Pedagogical and psychological conditions of preparing students for social relations on the basis of the development of critical thinking. *Psychology and Education Journal*, 58(2), 4889–4902. <https://doi.org/10.17762/pae.v58i2.2886>
- İlaslan, E., Adıbelli, D., Teskereci, G., & Üzen Cura, Ş. (2023). Development of nursing students' critical thinking and clinical decision-making skills. *Teaching and Learning in Nursing*, 18(1), 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.teln.2022.07.004>

- Kuhn, D. (2018). A role for reasoning in a dialogic approach to critical thinking. *Topoi*, 37(1), 121–128. <https://doi.org/10.1007/s11245-016-9373-4>
- Lapuz, A., & Fulgencio, M. (2020). Improving the critical thinking skills of secondary school students using problem-based learning. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research*, 4(1), 1–7. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3543211
- Lestari, D., & Setyarsih, W. (2021). Analysis of students' scientific literacy skills and the relationship with critical thinking skills on global warming materials. *Journal of Physics: Conference Series*, 1805(1), 012040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1805/1/012040>
- Lin, Z., Akin, H., Rao, R., Hie, B., Zhu, Z., Lu, W., ... & Rives, A. (2022). Evolutionary-scale prediction of atomic-level protein structure with a language model. *Science*, 379, 1123–1130. <https://doi.org/10.1126/science.ade2574>
- López Ayala, J. M. (2020). El aprendizaje basado en problemas y el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico. *Educa UMCH*, (15), 61–70. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7539914>
- Luoise, I. S. Y. (2019). The effect of problem based learning model on critical thinking skills in the context of chemical reaction rate. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 13(3), 395–401. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v13i3.13887>
- Mackay Castro, M. R., Franco Cortazar, M. D. E., & Villacis Pérez, M. P. W. (2018). El pensamiento crítico aplicado a la investigación. *Universidad y Sociedad*, 10(1), 336–342. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/803>
- Makhrus, M., & Hidayatullah, Z. (2021). El papel del enfoque cognitivo del conflicto para mejorar las habilidades de pensamiento crítico y la comprensión conceptual en ondas mecánicas. *FORMATIF: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 11(1). <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Formatif/article/view/8142>
- Malfert, K. G. (2023). La complejidad del pensamiento crítico y su relación con la neurociencia. 593 *Digital Publisher CEIT*, 8(4), 499–511. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9124344>
- Manrique, M. (2020). Tipología de procesos cognitivos. Una herramienta para el análisis de situaciones de enseñanza. *Educación*, 29(57), 163–185. <https://doi.org/10.18800/educacion.202002.008>
- Ministerio de Educación [Minedu]. (2016). Educación Básica Regular. Programa curricular de Educación Secundaria. <https://www.ugelsanchezcarrion.gob.pe/wordpress/wp-content/uploads/2019/06/programa-secundaria-17-abril.pdf>
- Montes Gonzáles, J. A., Ochoa Angrino, S., Baldeón Padilla, D. S., & Bonilla Sáenz, M. (2019). Videojuegos educativos y pensamiento científico: análisis a partir de los componentes cognitivos, metacognitivos y motivacionales. *Educación y Educadores*, 21(3), 388–408. <https://doi.org/10.5294/edu.2018.21.3.2>
- Mundt, M., Hong, Y., Pliushch, I., & Ramesh, V. (2023). A wholistic view of continual learning with deep neural networks: Forgotten lessons and the bridge to active and open world learning. *Neural Networks*, 160, 306–336. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.01.014>
- Núñez-López, S., Ávila-Palet, J., & Olivares-Olivares, S. (2019). El desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios por medio del Aprendizaje Basado en Problemas. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 8(23), 84–103. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-28722017000300084&lng=es&tling=es
- Ossa, C. J., Rivas, S. F., & Saiz, C. (2023). Relation between metacognitive strategies, motivation to think, and critical thinking skills. *Frontiers in Psychology*, 14, 1272958. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1272958>
- Pazos-Yerovi, E. I., & Aguilar-Gordón, F. del R. (2024). El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia metodológica para el desarrollo del Pensamiento Crítico. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 23(53), 313–340. <https://doi.org/10.21703/rexe.v23i53.2658>
- Pedraza, S., Santander, P., & Cuentas, H. (2023). Estrategias neurodidácticas para el fortalecimiento de los niveles de comprensión lectora. *Revista InveCom*, 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8317408>
- Peña-Troncoso, S., Toro-Arévalo, S., Osses-Bustingorry, S., Beltrán-Véliz, J., & Navarro-Aburto, B. (2019). Neurociencia y ejercicio: un indicador de salud y aprendizaje en el contexto educativo. *Revista de Salud Pública*, 21(4), 1–3. <https://doi.org/10.15446/rsap.v21n4.66794>
- Phérez Gómez, G. A., Pérez Pulido, G., Martínez Cudriz, E., & Tiusabá, S. M. (2023). Potenciando la creación, actualización e innovación del proyecto educativo institucional-PEI del sistema educativo adventista de Colombia [Tesis de grado, Corporación Universitaria Adventista]. Repositorio Institucional de la Corporación Universitaria Adventista – UNAC. <http://repository.unac.edu.co/handle/123456789/1230>
- Piaget, J. (1973). *To understand is to invent: The future of education*. Grossman Publishers.

- Putra, P. D. A., Sulaeman, N. F., Supeno, et al. (2023). Exploring students' critical thinking skills using the engineering design process in a physics classroom. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 32, 141–149. <https://doi.org/10.1007/s40299-021-00640-3>
- Putri, A. S., Prasetyo, Z. K., Purwastuti, L. A., Prodjosantoso, A. K., & Putranta, H. (2023). Effectiveness of STEAM-based blended learning on students' critical and creative thinking skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(1), 44. <https://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.22506>
- Rivas, S., Saiz, C., & Ossa, C. (2022). Metacognitive strategies and development of critical thinking in higher education. *Frontiers in Psychology*, 13, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.913219>
- Sánchez-Heredia, N., & Álvarez-Medina, G. (2022). Impacto de la neurociencia cognitiva en los aprendizajes. *Polo del Conocimiento*, 7(6), 2382–2405. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9042467>
- Sari, D. K., Amelia, R., Dharmajaya, R., et al. (2021). Positive correlation between general public knowledge and attitudes regarding COVID-19 outbreak 1 month after first cases reported in Indonesia. *Journal of Community Health*, 46, 182–189. <https://doi.org/10.1007/s10900-020-00866-0>
- Septiany, L. D., Puspitawati, R. P., Susantini, E., Budiyanto, M., Purnomo, T., & Hariyono, E. (2024). Analysis of high school students' critical thinking skills profile according to Ennis indicators. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 5(1), 157–167. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i1.544>
- Simón de Astudillo, M., & Rodríguez Simón, M. (2021). "Aprender a aprender" y "aprender a hacer" a través de la neurodidáctica. *Revista EDUCARE*, 25(1), 398–420. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v25i1.1368>
- Suryana, D., & Yulia, R. (2021). Model of questioning skill teacher for developing critical thinking skill in early childhood education in West Sumatra, Indonesia. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 21(2), 101–114. <https://www.proquest.com/openview/d15176850436a00d269fb3b9400ff3fe/1?pq-origsite=gscholar&cbl=28575>
- Susetyarini, E., & Fauzi, A. (2020). Trend of critical thinking skill researches in biology education journals across Indonesia: From research design to data analysis. *International Journal of Instruction*, 13(1), 535–550. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13135a>
- Quimi Varas, M., Zambrano Alcívar, L., Saltos Alcívar, E., & Rodríguez Ruiz, M. (2023). Inclusión educativa y diversidad: Desarrollo de habilidades sociales y emocionales en estudiantes de educación básica. *Conocimiento Global*, 8(2), 68–81. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v8i2.322>
- Varveris, D., Saltas, V., & Tsiantos, V. (2023). Exploring the role of metacognition in measuring students' critical thinking and knowledge in mathematics: A comparative study of regression and neural networks. *Knowledge*, 3(3), 333–348. <https://doi.org/10.3390/knowledge3030023>
- Vendrell, M., & Rodríguez, J. (2020). Pensamiento crítico: Conceptualización y relevancia en el seno de la educación superior. *Revista de la Educación Superior*, 49(194), 9–25. <https://www.scielo.org.mx/pdf/resu/v49n194/0185-2760-resu-49-194-9.pdf>
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wale, B. D., & Bishaw, K. S. (2020). Effects of using inquiry-based learning on EFL students' critical thinking skills. *Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education*, 5, 9. <https://doi.org/10.1186/s40862-020-00090-2>
- Warsah, I., Morganna, R., Uyun, M., Hamengkubuwono, H., & Afandi, M. (2021). The impact of collaborative learning on learners' critical thinking skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 443–460. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14225a>
- Yu, Y., Chen, J., Gao, T., & Yu, M. (2019, May). DAG-GNN: DAG structure learning with graph neural networks. In *36th International Conference on Machine Learning* (Vol. 97, pp. 7154–7163). PMLR. <https://proceedings.mlr.press/v97/yu19a.html>
- Zorzos, I., Kakkos, I., Miloulis, S. T., Anastasiou, A., Ventouras, E. M., & Matsopoulos, G. K. (2023). Applying neural networks with time-frequency features for the detection of mental fatigue. *Applied Sciences*, 13(3), 1512. <https://doi.org/10.3390/app13031512>
- Zuluaga Marín, M., Botero Suaza, J. C., Martínez Romero, A. M., & Lopera Ortega, Y. (2022). Neurodidáctica y pensamiento crítico: perspectivas para la educación actual. *Educación y Educadores*, 25(2), e2522. <https://doi.org/10.5294/edu.2022.25.2.2>