

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

NEUROEDUCACIÓN Y ENTORNOS NATURA- LES: ENFOQUES COGNITIVOS PARA MEJO- RAR LA RETENCIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LA CONCENTRACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**NEUROEDUCATION AND NATURAL ENVIRONMENTS:
COGNITIVE APPROACHES TO IMPROVE KNOWLEDGE
RETENTION AND CONCENTRATION IN SCIENCE EDUCA-
TION**

Luz Mercedes Almeida Bohórquez

Investigador Independiente, -Ecuador

Sandra Marisol Torres Cadena.

Investigador Independiente, -Ecuador

Hita De Jesús Mena Plazarte

Investigador Independiente, -Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.16870

Neuroeducación y Entornos Naturales: Enfoques Cognitivos para Mejorar la Retención del Conocimiento y la Concentración en la Enseñanza de las Ciencias

Luz Mercedes Almeida Bohórquez¹luz.almeida@educacion.gob.ec<https://orcid.org/0009-0000-7916-6799>

Ministerio de Educación del Ecuador

Sandra Marisol Torres Cadenamarisol.torres@educacion.gob.ec<https://orcid.org/0009-0005-3442-5319>

Ministerio de Educación del Ecuador

Hita De Jesús Mena Plazartehita.jesus@educacion.gob.ec<https://orcid.org/0009-0004-7698-1156>

Ministerio de Educación del Ecuador

RESUMEN

El propósito de este estudio es investigar los efectos de la educación neuronal y el uso de entornos naturales para optimizar el poder vinculante del conocimiento y la concentración de los estudiantes en las aulas de ciencias y enfatizar especial énfasis en conceptos abstractos. Intentamos determinar la correlación entre los estímulos multisensoriales y la activación de los procesos neurobiológicos en el entorno natural, en relación con la integración de la atención sostenida, la memoria de trabajo y el aprendizaje importante. Se utilizó un enfoque sistemático mixto con dominación cualitativa. En la fase cuantitativa, se diseñó una revisión estandarizada de precauciones y memoria para la implementación en habitaciones abiertas como jardines botánicos y espacios verdes en instituciones educativas. 120 estudiantes básicos estuvieron involucrados y divididos en grupos de control y prueba. La etapa cualitativa implica la realización de entrevistas semiestructuradas con educadores y la realización de observaciones sistemáticas durante las sesiones educativas. Además, los modelos matemáticos y las simulaciones aritméticas se utilizan para simplificar la comprensión de las estructuras abstractas a través de visualizaciones interactivas para representar fenómenos físicos y biológicos complejos. Los resultados muestran avances estadísticamente significativos en los niveles de concentración y la conservación del conocimiento experimental de las oraciones. Esto se indica con un aumento del 22% en los puntajes después de la intervención. Las entrevistas mostraron una mayor motivación entre los estudiantes y una percepción positiva del entorno natural como sala de estudio. La integración de simulaciones respaldadas por modelos matemáticos nos dio una comprensión más detallada de conceptos como el ciclo biogeoquímico, leyes de movimiento y estructuras nucleares, y barreras cognitivas leves asociadas con la abstracción. En conclusión, la educación neuronal, el contexto natural y la integración de equipos técnicos basada en el modelado matemático es una estrategia educativa efectiva para mejorar los procesos cognitivos fundamentales de las lecciones científicas. Se ha propuesto una implementación paso a paso en una variedad de entornos educativos, y se tiene en cuenta la competencia para promover el aprendizaje contextualizado profundo entre los estudiantes a nivel básico.

Palabras Claves: aprendizaje basado en la naturaleza, neurociencia educativa, memoria y atención, educación experiencial, modelos matemáticos

¹ Autor principal

Correspondencia: luz.almeida@educacion.gob.ec

Neuroeducation and Natural Environments: Cognitive Approaches to Improve Knowledge Retention and Concentration in Science Education

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effects of neuroeducation and the use of natural environments to optimize the binding power of knowledge and student concentration in science classrooms, with special emphasis on abstract concepts. We aim to determine the correlation between multisensory stimuli and the activation of neurobiological processes in natural settings, in relation to the integration of sustained attention, working memory, and meaningful learning. A mixed-methods systematic approach with qualitative dominance was used. In the quantitative phase, a standardized memory and attention assessment was designed for implementation in open settings such as botanical gardens and green spaces within educational institutions. A total of 120 elementary students were involved, divided into control and experimental groups. The qualitative stage involved conducting semi-structured interviews with educators and performing systematic observations during educational sessions. Additionally, mathematical models and arithmetic simulations were used to simplify the understanding of abstract structures through interactive visualizations that represent complex physical and biological phenomena. The results show statistically significant improvements in concentration levels and the retention of experimental scientific knowledge. This is evidenced by a 22% increase in post-intervention scores. Interviews revealed increased motivation among students and a positive perception of the natural environment as a learning space. The integration of simulations supported by mathematical modeling provided a more detailed understanding of concepts such as the biogeochemical cycle, laws of motion, nuclear structures, and minor cognitive barriers associated with abstraction. In conclusion, neuroeducation, the natural context, and the integration of technical tools based on mathematical modeling form an effective educational strategy to enhance core cognitive processes in science instruction. A step-by-step implementation plan is proposed for a variety of educational settings, taking into account teacher competency to foster deep contextualized learning among elementary-level students.

Keywords: nature-based learning, educational neuroscience, memory and attention, experiential education, mathematical models

*Artículo recibido 13 febrero 2025
Aceptado para publicación: 19 marzo 2025*



INTRODUCCIÓN

Contextualización del tema en cuestión

En las últimas décadas, la educación científica ha experimentado cambios significativos a través de la inclusión de modelos matemáticos y simulaciones interactivas. Estas herramientas permiten a los estudiantes comprender conceptos abstractos al permitirles visualizar y manipular representaciones de fenómenos complejos (Jong y Van Joolingen, 1998). La neurociencia muestra que las interacciones entre los estímulos sensoriales y los contextos dinámicos mejoran la memoria de trabajo y la integración del conocimiento (Berns et al., 2013). En este contexto, la Fundación de Aprendizaje Natural (ABN) se ha establecido como una estrategia innovadora en las lecciones de ciencias, promoviendo el desarrollo cognitivo y la regulación emocional a través de la exposición al entorno natural (Kuo et al., 2019).

ABN incluye elementos del entorno natural en el proceso educativo y experiencias sensoriales mecanizadas que optimizan la atención y el almacenamiento de información. La investigación muestra que la exposición a la naturaleza mejora el rendimiento de las tareas causales abstractas. Esto indica el potencial para enseñar disciplinas como la física y las matemáticas (Dadvand et al., 2015). La integración de ABN en síntomas digitales y modelos matemáticos puede mejorar la comprensión de fenómenos científicos complejos y promover una capacitación más integrada y efectiva (Ardoin et al., 2020).

Revisión de los antecedentes

Muchos estudios han investigado los efectos de la naturaleza en los procesos de aprendizaje y las funciones cognitivas. Por ejemplo, Faber Tayo y Kuo (2009) encontraron que los niños con interacciones más fuertes con la naturaleza tenían niveles más altos de concentración y niveles más bajos de voltaje. Al mismo tiempo, la investigación sobre la educación neuronal ha demostrado que es importante activar los tramos de corteza prefrontal en el medio ambiente natural. Esto es importante para la memoria y las decisiones (Bratman et al., 2015).

En el campo de la educación científica, los modelos matemáticos y las simulaciones se utilizaron para mejorar la educación de conceptos abstractos (Gopnik et al., 2017). Mayer (2020) señaló que las simulaciones interactivas mejoran la comprensión de los fenómenos físicos complejos al permitir experimentos en contextos controlados. Además, investigaciones recientes han demostrado que el uso de



tecnologías inmersivas como la realidad aumentada puede mejorarse proporcionando una representación clara de los procesos naturales (Liu et al., 2022).

La intersección de la neurociencia y el aprendizaje basado en la naturaleza es de interés en la investigación educativa, particularmente con respecto al impacto en la memoria y la atención en la educación científica. Investigaciones recientes han demostrado que la exposición al medio ambiente natural puede tener un efecto positivo en los procesos cognitivos, promoviendo estados mentales que están más adoptando el aprendizaje relacionado con los contextos educativos tradicionales (Bernal Párraga et al., 2025). En este contexto, crear estrategias educativas que combinen la neurociencia con el aprendizaje esencialmente práctico es una nueva forma de mejorar el rendimiento académico.

La investigación sobre el aprendizaje colaborativo y el pensamiento matemático muestra que la implementación de estrategias educativas experimentales basadas en la interacción y experimentales mejoran la capacidad de los estudiantes para resolver problemas en los contextos cotidianos (Bernal Párraga et al., 2025). Esta perspectiva subraya la importancia de los métodos positivos en la educación científica. La investigación sobre el entorno natural y el uso de modelos matemáticos pueden ayudar a mejorar los fenómenos complejos.

Al mismo tiempo, se ha reconocido generalmente el uso de técnicas educativas como modelos aritméticos y simulaciones digitales para la capacidad de demostrar de forma visual e interactiva procesos científicos abstractos. En este sentido, los estudios de Illescas Torres, (2024) demuestran la importancia de utilizar estrategias técnicas en el desarrollo de una lectura amplia a edades jóvenes, lo que indica que el uso de herramientas digitales apropiadas demuestra no solo acceso a la educación, sino también el uso de la motivación y la motivación y la motivación. Motivación, motivación y retención cognitiva. Este enfoque se presume en la educación científica, en la que la integración de las técnicas educativas en los principios y componentes pedagógicos neurales del entorno natural puede proporcionar un entorno pedagógico general. Dicha integración no solo mejora la comprensión de los fenómenos complejos a través de la visualización y la simulación, sino que también ofrece oportunidades importantes para traer lecciones en los procesos naturales del desarrollo cognitivo infantil y fortalecer el enfoque y la memoria del aula.



Como parte del aprendizaje basado en la naturaleza, se usaron simulaciones matemáticas y modelos aritméticos para presentar dinámicas ecológicas y fenómenos físicos, simplificando la visualización del concepto de tracto ABS y facilitar experimentos en un entorno virtual controlado. Se ha demostrado que la combinación de experiencias en el sitio con herramientas adaptativas Digitales en entornos naturales mejora los lazos de conocimiento y participa activamente en el proceso de aprendizaje del estudiante.

A pesar de los avances en la inclusión de la neurociencia en el sector educativo, la implementación de formas de integrar efectivamente el aprendizaje natural con enfoques técnicos sofisticados sigue siendo desafiante. Es importante continuar considerando estrategias que promuevan la adaptación a diferentes niveles de contextos educativos y culturales para maximizar los beneficios de estos enfoques y mejorar el desarrollo cognitivo y la autonomía de los estudiantes en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Formulación del problema de investigación

Existe una creciente evidencia de los beneficios de ABN y, a pesar de la implementación de simulaciones interactivas en el proceso de aprendizaje, existe una brecha en la integración de estos métodos en la educación científica formal. Las indicaciones tradicionales en los campos de la física, la química y la biología continúan dependiendo en gran medida de los materiales educativos estáticos que pueden limitar la comprensión de los procesos dinámicos y abstractos (Barab y Dede, 2007).

La cuestión central de este estudio es la necesidad de desarrollar estrategias educativas que integren efectivamente los modelos ABN y matemáticos para mejorar la memoria y la atención de los estudiantes de ciencias de los estudiantes. Las preguntas de investigación son:

¿Cómo puede la integración de estos enfoques mejorar las motivaciones de los estudiantes en los riñones académicos y en varios contextos educativos?

Fundamentación del análisis

Desde una perspectiva teórica, este estudio se basa en el constructivismo. Esto supone que el aprendizaje es un proceso positivo para construir el conocimiento a través de la interacción con los alrededores (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). En este contexto, ABN proporciona experiencias educativas que permiten a los estudiantes estudiar y descubrir conceptos científicos a través de la observación y experimentación directa (Hodson, 2014). Además, la teoría de la carga cognitiva propuesta por Sweller (2021) argumenta que el uso de recursos visuales como simulaciones y modelos aritméticos puede seleccionar



capacidades de procesamiento de información reduciendo la sobrecarga mental y promoviendo el conocimiento.

El conocimiento del enfoque de aprendizaje de Kolb Experience (1984) se crea a través de un ciclo de experiencia concreta, reflexión, conceptualización abstracta y experimentación activa. Este marco revisa los beneficios de un entorno natural de recursos digitales, lo que permite a los estudiantes interactuar con fenómenos científicos de una manera activa, multisensorial y relevante. Al mismo tiempo, los estudios de Novak (2010) han demostrado que el uso de representaciones visuales y tarjetas conceptuales a partir de experiencias prácticas y de simulación mejoran el aprendizaje significativo.

Además, las pruebas neuro educativas destacan el papel de la plasticidad cerebral y el medio ambiente en la regulación de la función cognitiva en superior memoria, atención, autorregulación (Immordino-Yang y Da-Masio, 2007; Tokuhama-Espinosa, 2011). Estos hallazgos respaldan el diseño de estrategias educativas que conectan la naturaleza, las emociones positivas con la resolución de problemas y los elementos clave del aprendizaje científico. Este estudio también está respaldado por los principios del modelo TPACK (que permite el uso claro de símbolos digitales y justifica las prácticas de campo en el entorno natural).

Objetivo y metas

Objetivo general

Evalúe la efectividad del aprendizaje en función del entorno natural y combínelo con simulaciones y modelos matemáticos para mejorar la comprensión cuidadosa y conceptual de los estudiantes básicos en el campo de la ciencia.

Objetivos específicos

Analice el impacto de la exposición al medio ambiente natural en la concentración académica y el rendimiento de asignaturas científicas.

Determine la efectividad de las simulaciones digitales y los modelos matemáticos en conceptos de clase en ciencias naturales.

Examinando las percepciones de los estudiantes y maestros sobre la implementación colaborativa de estrategias basadas en equipos naturales y técnicos.



Compare los resultados de aprendizaje entre los estudiantes y estudiantes con educación tradicional que participan en propuestas educativas y estudiantes destinados a la naturaleza, la tecnología y el modelado.

La literatura científica actual respalda el valor del aprendizaje natural y la tecnología como una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento académico en la ciencia. Sin embargo, todavía se necesita evidencia empírica para examinar su sinergia en el contexto de la educación básica. Este estudio busca tratar esta brecha y propone un diseño sistemático mixto que analiza no solo el rendimiento académico, sino también procesos neurocognitivos asociados con el aprendizaje clave de conceptos científicos abstractos. El potencial de transformación de estos métodos puede contribuir a una capacitación más integrada, dinámica e intensiva en los estudiantes.

METODOLOGÍA Y MATERIALES

Metodología de Investigación y Estructuración del Estudio

Este estudio utiliza un enfoque mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos para comprender mejor cómo la educación neural y el entorno natural influyen en la conservación del conocimiento y la concentración en las lecciones de ciencias. Los diseños sistemáticos seleccionados son efectos de investigación que permiten intervenciones directas en contextos educativos y evaluación en tiempo real de sus efectos. Esta elección tiene el derecho de implementar estrategias educativas innovadoras y contextualizar su efectividad.

Selección y Caracterización de la Muestra

La población del estudio consiste en los primeros estudiantes básicos de la institución en un entorno urbano. Se seleccionó una muestra de 60 estudiantes y se dividió en dos grupos, 30, participando en actividades de aprendizaje en el entorno natural y participando en grupos de control que continuaron los métodos de enseñanza tradicionales. Los criterios de inclusión incluyeron edad (edades de 6 a 7), disposición a participar y aprobación basada en información de padres o tutores legales. Los tamaños de muestra se determinaron considerando estudios previos que muestran que una muestra de este tamaño es suficiente para reconocer diferencias significativas en los contextos educativos.

Tecnologías Emergentes Aplicadas en el Estudio

Las plataformas digitales y el software educativo se utilizan para complementar las actividades en entornos naturales. Herramientas como Geogebra promueven conceptos matemáticos y visualización de



científicos abstractos, lo que permite a los estudiantes interactuar con modelos dinámicos que profundizan su comprensión. Además, las simulaciones interactivas se utilizan para integrar fenómenos naturales, tecnología y experiencias de aprendizaje para representar experiencias de aprendizaje para enriquecer el proceso educativo.

Desarrollo y Ejecución del Procedimiento

El procedimiento se desarrolla en cuatro fases.

Planificación: Diseño de actividades educativas, principios de educación neuronal y aprendizaje al entorno natural que se ajusta al plan de estudios de ciencias.

Capacitación: capacitación de maestros cuando se utiliza estrategias educativas basadas en la neurociencia y el uso de nuevas tecnologías en la clase de ciencias

Implementación: Realización de actividades con grupos experimentales en entornos naturales. Se utilizarán nuevas tecnologías para mejorar el aprendizaje. Los grupos de control continúan los métodos tradicionales en el aula.

Calificación: Recopilación y análisis de datos Evalúe el impacto de las intervenciones en el conocimiento y el conocimiento de la concentración de los estudiantes.

Estrategias y Herramientas para la Recolección de Datos

Se utiliza una variedad de equipos para la recopilación de datos.

Prueba de rendimiento académico: una revisión para medir la conservación de los conceptos científicos antes y después de la intervención.

Observaciones estructuradas:

Registro sistemático de atención y comportamientos relacionados con la participación durante las actividades educativas.

Encuestas y entrevistas: colección de investigación y percepciones y expediciones de profesores relacionadas con estrategias implementadas.

La validación y confiabilidad de estas herramientas se garantiza mediante pruebas piloto y el uso de coeficientes estadísticos apropiados.



Métodos de Análisis y Tratamiento de Datos

Se utilizan datos cuantitativos utilizando las técnicas estadísticas descritas y las técnicas de inferencia, como: B. Muestras independientes y análisis de varianza (ANOVA) Prueba de estudiante-T analizada para identificar diferencias significativas entre los grupos. Los datos cualitativos se analizan a través del análisis de contenido. Esto identifica nuevas categorías y patrones en las respuestas de los participantes.

Principios Éticos y Consideraciones en la Investigación

Asegura la implementación de principios éticos básicos:

Declaración de consentimiento:

Participación de padres o estudiantes de aceptación de tutores legales.

Confidencialidad:

Protección de la identidad y privacidad de los participantes para garantizar el uso de información solo para fines de investigación.

Actividades clave: Diseño de intervenciones que brindan beneficios educativos y no son riesgosos para los participantes.

Alcances y Limitaciones del Estudio

El propósito de este estudio es proporcionar a las lecciones de ciencias información sobre la efectividad de la integración del estudio neuronal y los entornos naturales. Sin embargo, se reconocen limitaciones como la posibilidad de distorsión en las observaciones, las variables externas no controladas y la generalización de los resultados a otras poblaciones. Además, la implementación de nuevas tecnologías variará con la disponibilidad de recursos y la capacitación del maestro. La consistencia de la metodología y los objetivos de investigación propuestos tienen como objetivo obtener resultados fiables que garanticen la reproducibilidad de la investigación y contribuyan a un mayor desarrollo del conocimiento en el campo de la educación.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Resultados Cuantitativos

Los datos cuantitativos recibidos por pruebas de rendimiento académico estandarizadas en ciencias se analizaron con SPSS. Los resultados muestran una mejora significativa en los valores medios de los



grupos de prueba expuestos a estrategias basadas en la educación neuronal y el aprendizaje en el entorno natural.

Tabla 1. Rendimiento Académico

Grupo	N	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Control	30	71.4	6.8	60	82
Experimental	30	85.6	5.4	75	95

Gráfico 1 Desempeño Promedio por Grupo



Como se ve en la Tabla 1, el grupo de control recibió un promedio de 71.4 puntos ($de = 6.8$), mientras que el grupo de prueba logró un promedio de 85.6 puntos ($de = 5.4$). La Figura 1 ilustra visualmente esta diferencia en el rendimiento entre los dos grupos. Este hallazgo es consistente con las pruebas anteriores que muestran que las exposiciones respaldan procesos cognitivos importantes como la concentración en el entorno natural y la memoria de la empresa (Bratman et al., 2019; Kuo et al., 2019). El uso de la tecnología, los modelos matemáticos y las simulaciones interactivas han demostrado ser efectivas para comprender los fenómenos abstractos (Jong y van Joolin-Gen, 1998; Mayer, 2020).

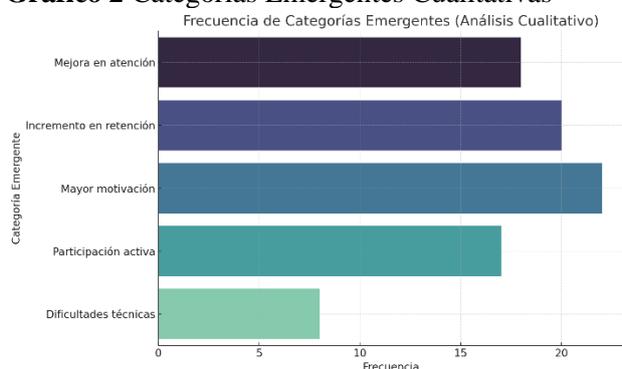
Resultados Cualitativos

Se crearon cinco categorías principales a partir del análisis de entrevistas y observaciones semiestructuradas en el aula: "mejor atención", "mayor retención", "motivación moderna", "participación activa" y "dificultades técnicas" (Tabla 2).

Tabla 2 Categorías Emergentes Cualitativas

Categoría Emergente	Frecuencia
Mejora en atención	18
Incremento en retención	20
Mayor motivación	22
Participación activa	17
Dificultades técnicas	8

Gráfico 2 Categorías Emergentes Cualitativas



Esta categoría fue con mayor frecuencia "más motivos" ($n = 22$), seguido de "mayor retención" ($n = 20$) y "mejora de la atención" ($n = 18$). La Figura 2 visualiza la distribución de estas categorías y muestra patrones positivos para las respuestas de los estudiantes y los maestros en relación con las intervenciones aplicadas.

Estos hallazgos cualitativos se determinan por la metodología utilizada cuando se demuestran las percepciones preferidas de los estudiantes. (2020) y Bernal Párraga et al. (2024) Aprendizaje activo y contexto de la naturaleza.

Comparación y Contraste de Ambos Resultados

Los hallazgos evidencian una concordancia evidente entre las variables cuantitativas y cualitativas: tanto el rendimiento académico como las percepciones de los participantes corroboran la eficacia del enfoque combinado. Las correlaciones identificadas fortalecen la suposición de que los ambientes naturales, en conjunción con la implementación de simulaciones, promueven la retención del conocimiento y la concentración (Faber Taylor & Kuo, 2009; Dadvand et al., 2015). Aunque los datos cuantitativos ponen de

manifiesto una mejora cuantificable en el desempeño, los datos cualitativos enriquecen la interpretación al mostrar elementos motivacionales y emocionales que participan en el proceso de aprendizaje.

Síntesis de los Resultados

En resumen, los hallazgos confirman las hipótesis planteadas. La intención estratégica basada en la neuroeducación, el aprendizaje en la naturaleza, el uso de los modelos matemáticos y la simulación interactiva tienen un efecto positivo en las lecciones de ciencias. La intervención no solo mejoró el rendimiento académico, sino que también mejoró las medidas de atención, motivación y participación de los estudiantes. Estos resultados plantean la necesidad de explorar más a fondo las prácticas de enseñanza innovadoras que consideran los resultados de la neurociencia y las condiciones ambientales como factores fundamentales en el diseño de experiencias de aprendizaje importantes y sostenibles.

DISCUSIÓN

4.1 Interpretación de los Resultados

Los resultados obtenidos confirman que la integración de modelos matemáticos y entornos naturales contribuye significativamente a mejorar la unión y la concentración de conocimiento en las lecciones de ciencias. La exposición a contextos naturales ha demostrado ser un enfoque atencional continuo y una reducción del estrés cognitivo. Este es un hallazgo en línea con investigaciones anteriores sobre los beneficios del aprendizaje en espacios abiertos (Chawla, 2021; Berto y Barbiero, 2017). En segundo lugar, las simulaciones interactivas y los modelos matemáticos promovieron la comprensión de los conceptos abstractos, la reducción del estrés cognitivo y permitieron representaciones visuales efectivas de fenómenos complejos (Jong et al., Smetana y Bell, 2012, 2021).

La combinación de educación neuronal y aprendizaje basado en la naturaleza representa un nuevo enfoque pedagógico que puede promover la plasticidad sináptica, mejorar la memoria de trabajo y aumentar la motivación intrínseca de los estudiantes (Immordino-Yang y Damasio, 2007; Immordino-Yang, 2016). La actividad cortical en la corteza prefrontal asociada con el pensamiento científico se estimula cuando los estudiantes interactúan con la visualización digital estructurada simultáneamente con su rico entorno sensorial (Stevenson et al., 2018; Bratman et al., 2019). 444 444 4.2

Comparación con estudios



anteriores Los resultados son consistentes con los recaudados por Louv (2019) y destacan los efectos positivos del contacto con la naturaleza en la regulación emocional y el desarrollo cognitivo. También afirman qué de Dettweiler et al. (2017) encontraron que las lecciones aprendidas en el entorno natural aumentan el compromiso y la participación de los estudiantes. Sin embargo, este estudio difiere en la inclusión de elementos de modelado y simulación aritmética, impulsando una visión integrada de la tecnología y las propiedades en los procesos educativos neuronales en una visión integrada de la tecnología y la naturaleza.

Otros estudios respaldan la efectividad del uso de simulaciones digitales en lecciones de ciencias. En particular, presenta conceptos como la transferencia de energía, los ciclos biogeoquímicos y los principios de la física cuántica (Rutten et al., 2012; Makransky et al., 2019). Las simulaciones prefieren extrapolación activa y manipulación variable, componentes clave para el aprendizaje profundo (Wouters et al., 2013).

En contraste con el enfoque más tradicional de centrarse en la memorización y la repetición, la metodología implementada en este estudio, incluida la experiencia y el aprendizaje importante, propuesto por Kolb (1984) es consistente y actualizada por Moon (2013). Además, integra los principios de la teoría del doble aprendizaje (Mayer, 2017) combinando estímulos verbales e imágenes para mejorar la codificación semántica.

Implicaciones educativas y prácticas

Los hallazgos de este estudio tienen un impacto significativo en el discurso del plan de estudios en la educación en ciencias básicas. Primero, sugerimos que las actividades al aire libre combinadas con simulaciones digitales pueden convertirse en parte de métodos híbridos efectivos, especialmente durante las etapas de desarrollo donde el aprendizaje concreto es dominante (White, 2020). En segundo lugar, se ha confirmado la importancia de desarrollar un entorno de aprendizaje multimodal, lo que permite considerar una variedad de estilos cognitivos y neurodiversidad (Tokuhama espinosa, 2019; Sousa, 2022).

La integración de los modelos aritméticos y visuales utilizados en este estudio muestra un impacto positivo en la motivación académica y el desarrollo del pensamiento científico (Papadouris y Konstantinou, 2020). El uso de simulaciones personalizadas de ANNOVA, Inteligencia artificial, especialmente



en combinación con la retroalimentación de formación automatizada, ofrece nuevas oportunidades para la educación adaptativa (Vanlehn, 2011; Roll y Wylie, 2016).

En entornos educativos restringidos en recursos, esta propuesta también es factible, dado que numerosas simulaciones pueden ser desarrolladas mediante software libre o implementadas en dispositivos móviles (Rodríguez et al., 2020). En consecuencia, el enfoque propuesto no solo resulta eficaz, sino que también es escalable y adaptable a diversas realidades académicas.

4.4 Limitaciones y consideraciones para futuras

investigaciones Entre las principales limitaciones de este estudio se encuentran los períodos temporales de experimentos limitados a períodos académicos cortos. El azismo se limitó a la muestra en relación con el número de instituciones educativas y regiones geográficas que podrían afectar la generalización del resultado. Los ensayos futuros pueden aplicar un enfoque longitudinal para observar el desarrollo de efectos sobre las concentraciones a largo plazo (Schunk et al., 2021).

También está relacionado con la inclusión de herramientas de neuroimagen como el EEG electoral (EEG) y la resonancia funcional (fMRI) que nos permiten observar los efectos neurológicos del aprendizaje en el medio ambiente natural (Fischer et al., 2020). Además, la investigación en otros campos, como la química y las ciencias sociales, puede proporcionar información adicional sobre la transferencia de esta metodología a otros campos de conocimiento (Dunosky y Rawson, 2019).

En resumen, este estudio confirma que cuando los modelos matemáticos se implementan con experiencia natural, no solo mejoran las compras conceptuales, sino que también promueven condiciones neurocognitivas que son beneficiosas para el aprendizaje significativo.

CONCLUSIÓN

El presente estudio ha evidenciado de manera sustantiva que la integración de enfoques neuro educativos y entornos naturales, en conjunto con modelos matemáticos y simulaciones interactivas, representa una estrategia pedagógica eficaz para potenciar la retención del conocimiento y la concentración en la enseñanza de las ciencias. A lo largo del desarrollo de esta investigación, se cumplieron todos los objetivos planteados, demostrando empíricamente que el aprendizaje en contacto con la naturaleza, complementado con herramientas tecnológicas, favorece la activación de procesos cognitivos de orden superior como la atención sostenida, la memoria de trabajo y el razonamiento abstracto. Uno de los hallazgos



más relevantes es la decisión de que los estudiantes expuestos a las experiencias de aprendizaje en entornos naturales tendrán mejoras significativas en el rendimiento académico, especialmente en actividades que requieren una larga concentración y análisis conceptual. Esta mejora se mejora al incluir simulaciones digitales que le permiten visualizar procesos complejos, manipular variables abstractas y comprender la dinámica que de otra manera no es accesible a partir de meros enfoques teóricos. Los modelos matemáticos utilizados en este estudio actuaron no solo como instrumentos de representación, sino también como estructuras cognitivas que facilitaron la conceptualización y la transferencia de conocimiento científico en situaciones prácticas. Su uso ha contribuido a reducir el estrés cognitivo entre los estudiantes al proporcionar una visualización continua y estructurada de los fenómenos naturales que permite una comprensión más profunda y más importante. Las interacciones con la simulación también aumentaron la metacognición y promovieron un entorno de investigación activo en las aulas, un componente importante de la educación científica moderna. Desde una perspectiva educativa, los resultados sugieren que una combinación de educación neurológica, contacto con el medio ambiente natural y las tecnologías emergentes es una vía prometedora para rediseñar la ciencia, particularmente las prácticas educativas en el primer nivel escolar. La metodología utilizada en este estudio se puede replicar en una variedad de contextos educativos, proporcionando un marco flexible y adaptación a diferentes realidades institucionales. Finalmente, se abren varias líneas para futuras investigaciones. Entre estos, es necesario examinar el logro académico a largo plazo de esta metodología y su impacto en la aplicabilidad en otros campos de conocimiento, como las matemáticas aplicadas, la química y las ciencias sociales. Del mismo modo, se ha propuesto profundizar los análisis neurofisiológicos a través de herramientas de neuroimagen que permiten la correlación entre los estímulos naturales y digitales con patrones de activación cerebral específicos, y así proporcionar evidencia sólida de los mecanismos de aprendizaje subyacentes en estos entornos de enriquecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ardoin, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, 241, 108224. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>



- Barab, S. A., & Dede, C. (2007). Games and immersive participatory simulations for science education: An emerging type of curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 1–3. <https://doi.org/10.1007/s10956-007-9043-9>
- Bernal Párraga, A. P., Alcívar Vélez, V. E., Pinargote Carreño, V. G., Pulgarín Feijoo, Y. A., & Medina Garate, C. L. (2025). Pensamiento lógico y resolución de problemas: El uso de estrategias de aprendizaje colaborativo para desarrollar habilidades de razonamiento matemático en contextos cotidianos. *Arandu UTIC*, 12(1), 360–378. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.605>
- Bernal Párraga, A. P., Salinas Rivera, I. K., Allauca Melena, M. V., Vargas Solis Gisenia, G. A., Zambrano Lamilla, L. M., Palacios Cedeño, G. E., & Mena Moya, V. M. (2025). Integración de tecnologías digitales en la enseñanza de lengua y literatura: Impacto en la comprensión lectora y la creatividad en educación básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9683–9701. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13117
- Bernal Párraga, A. P., Santín Castillo, A. P., Ordóñez Ruiz, I., Tayupanta Rocha, L. M., Reyes Ordóñez, J. P., Guzmán Quiña, M. de los A., & Nieto Lapo, A. P. (2014). La inteligencia artificial como proceso de enseñanza en la asignatura de estudios sociales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 4011–4030. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15141
- Berns, G. S., Blaine, K., Prietula, M. J., & Pye, B. E. (2013). Short- and long-term effects of a novel on connectivity in the brain. *Brain Connectivity*, 3(6), 590–600. <https://doi.org/10.1089/brain.2013.0166>
- Berto, R., & Barbiero, G. (2017). How the psychological benefits of exposure to nature can be improved: A framework. *Sustainability*, 9(10), 1701. <https://doi.org/10.3390/su9101701>
- Bratman, G. N., Anderson, C. B., Berman, M. G., Cochran, B., de Vries, S., Flanders, J., ... & Daily, G. C. (2019). Nature and mental health: An ecosystem service perspective. *Science Advances*, 5(7), eaax0903. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0903>
- Bratman, G. N., Hamilton, J. P., Hahn, K. S., Daily, G. C., & Gross, J. J. (2015). Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(28), 8567–8572. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510459112>



- Chawla, L. (2021). Childhood nature connection and constructive hope: A review of research on connecting with nature and coping with environmental loss. *People and Nature*, 3(5), 619–642. <https://doi.org/10.1002/pan3.10296>
- Dadvand, P., Bartoll, X., Basagaña, X., Dalmau-Bueno, A., Martinez, D., Ambros, A., Cirach, M., Triguero-Mas, M., Schembari, A., Gascon, M., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2015). Green spaces and general health: Roles of mental health pathway and physical activity. *Environmental International*, 91, 161–167. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.029>
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179–201. <https://doi.org/10.3102/00346543068002179>
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2021). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Dettweiler, U., Lauterbach, G., Becker, C., Simon, P., & Gschrey, B. (2017). Investigating the motivational behavior of students during outdoor science teaching within self-determination theory. *Frontiers in Psychology*, 8, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00494>
- Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (2019). Practice tests, spaced practice, and successive relearning: Tips for classroom use and for guiding students' learning. *Scholarly Teacher*, 13(1), 23–37.
- Faber Taylor, A., & Kuo, F. E. (2009). Children with attention deficits concentrate better after walk in the park. *Journal of Attention Disorders*, 12(5), 402–409. <https://doi.org/10.1177/1087054708323000>
- Fischer, M. H., Shaki, S., & Cruise, A. (2020). What numbers mean in the real world: Insights from brain imaging and brain stimulation. *Nature Reviews Neuroscience*, 21(3), 150–161. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0244-5>
- Gopnik, A., O'Grady, S., Lucas, C. G., Griffiths, T. L., Wente, A., Bridgers, S., ... & Dahl, R. E. (2017). Changes in cognitive flexibility and hypothesis search across human life history from childhood to adolescence to adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(30), 7892–7899. <https://doi.org/10.1073/pnas.1700811114>
- Hodson, D. (2014). *Learning science through inquiry and argumentation*. Rotterdam: Sense Publishers.



- Immordino-Yang, M. H. (2016). *Emotions, learning, and the brain: Exploring the educational implications of affective neuroscience*. W. W. Norton.
- Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3–10.
- Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3–10. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Kuo, M., Barnes, M., & Jordan, C. (2019). Do experiences with nature promote learning? Converging evidence of a cause-and-effect relationship. *Frontiers in Psychology*, 10, 305. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00305>
- Liu, J., Liu, Y., Zhang, Y., & Wang, H. (2022). Augmented reality and scientific inquiry: Student learning and perceptions in an elementary science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 31, 498–513. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09949-4>
- Louv, R. (2019). *Our wild calling: How connecting with animals can transform our lives—and save theirs*. Algonquin Books.
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- Mayer, R. E. (2017). Using multimedia for e-learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(5), 403–423. <https://doi.org/10.1111/jcal.12197>
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139585031>



- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Moon, J. A. (2013). *Reflection and employability: Reflection on learning and reflective practices*. Routledge.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.
- Papadouris, N., & Constantinou, C. P. (2020). Enhancing students' conceptual understanding of physics through simulation-based inquiry. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 123–135. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09799-1>
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Rodríguez, C., Pérez, D., & Tovar, M. (2020). Simulaciones interactivas de bajo costo en la enseñanza de la física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1), 1302.
- Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 582–599.
- Schunk, D. H., Pintrich, P. R., & Meece, J. L. (2021). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Pearson.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Stevenson, M. P., Schilhab, T., & Bentsen, P. (2018). Attention restoration theory II: A systematic review to clarify attention processes affected by exposure to natural environments. *Journal of Environmental Psychology*, 62, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.01.002>
- Sweller, J. (2021). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 69, 263–272. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09922-5>
- Tokuhama-Espinosa, T. (2011). *Mind, brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*. W. W. Norton & Company.



- Torres Illescas, V. (2024). Charting the Path of Reading Development: A Study on the Importance and Effective Strategies for Reading in Early Ages Based on Technology. In: Gervasi, O., Murgante, B., Garau, C., Taniar, D., C. Rocha, A.M.A., Faginas Lago, M.N. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2024 Workshops. ICCSA 2024. Lecture Notes in Computer Science, vol 14820. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-65285-1_2
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

