



REDIT VERDE

Revista de Ambiente y Sostenibilidad

Red de Investigadores de la Transcomplejidad (REDIT)

Vol. 1 (1). Enero-Junio 2026

Artículo de revisión

Neuropedagogía y formación ambiental del profesorado de Biología: revisión exploratoria con implicaciones para Guantánamo, Cuba

Mario Chibás Creagh
Universidad de Guantánamo
Guantánamo, Cuba
mchibasc@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5295-0193>

RECIBIDO: 30-04-2026 / **ACEPTADO:** 01-06-2026 / **PUBLICADO:** 15-07-2026

Cómo citar: Chibás Creagh, M. (2026). Neuropedagogía y formación ambiental del profesorado de Biología: revisión exploratoria con implicaciones para Guantánamo, Cuba. *REDIT VERDE. Revista de Ambiente y Sostenibilidad*, 1 (1), 56-71.

Resumen

La integración de la neuropedagogía en la formación ambiental del profesorado de Biología constituye una línea emergente, pero con escasa sistematización en contextos locales como la provincia Guantánamo (Cuba). El objetivo fue analizar las tendencias, vacíos y posibilidades de la neuropedagogía aplicada a la formación ambiental de futuros profesores de Biología, con el fin de derivar implicaciones contextualizadas para el plan de estudios de la Licenciatura en Educación Biología en Guantánamo. Se realizó una revisión exploratoria siguiendo los lineamientos PRISMA-ScR. Se consultaron las bases de datos Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO, Redalyc y Google Académico, en el período 2016-2026, utilizando los descriptores neuropedagogía, formación ambiental, educación biológica y sus equivalentes en inglés. Se incluyeron tras el cribado 10 estudios empíricos y teóricos publicados en español e inglés. El análisis fue descriptivo-categorial. Los resultados mostraron tres tendencias principales: predominio de estudios teóricos sobre neuropedagogía en ciencias naturales, escasez de investigaciones que vinculen explícitamente neuropedagogía con formación ambiental, y se identificaron estudios cubanos sobre formación ambiental del profesorado de Biología, pero existe ausencia de investigaciones que integren explícitamente neuropedagogía, formación ambiental y profesorado de Biología en el contexto de Guantánamo. Los vacíos incluyen la falta de instrumentos adaptados y de secuencias didácticas validadas. Se concluye que la neuropedagogía ofrece potencial para enriquecer la formación ambiental del profesorado de Biología, aunque su aplicación en Guantánamo requiere investigación local e intervención didáctica contextualizada.

Palabras clave: ambiente; biología; neuropedagogía; formación de profesores.

Neuropedagogy and Environmental Training for Biology Teachers: An Exploratory Review with Implications for Guantánamo, Cuba

Abstract

The integration of neuropedagogy into the environmental training of biology teachers is an emerging field, but one that has been little systematized in local contexts such as Guantánamo Province (Cuba). The objective was to analyze the trends, gaps, and possibilities of neuropedagogy applied to the environmental training of future biology teachers, in order to derive contextualized implications for the curriculum of the Bachelor's Degree in Biology Education in Guantánamo. An exploratory review was conducted following the PRISMA-ScR guidelines. The databases Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO, Redalyc, and Google Scholar were consulted for the period 2016–2026, using the descriptors neuropedagogy, environmental education, biology education, and their English equivalents. After screening, 10 empirical and theoretical studies published in Spanish and English were included. The analysis was descriptive-categorical. The results revealed three main trends: a predominance of theoretical studies on neuropedagogy in the natural sciences; a scarcity of research explicitly linking neuropedagogy with environmental education; and the identification of Cuban studies on environmental education for biology teachers, though there is a lack of research explicitly integrating neuropedagogy, environmental education, and biology teachers in the context of Guantánamo. These gaps include a lack of tailored tools and validated teaching sequences. The study concludes that neuropedagogy offers potential for enriching the environmental education of biology teachers, although its application in Guantánamo requires local research and context-specific instructional interventions.

Keywords: biology; environmental; neuropedagogy; teacher training.

Introducción

La crisis ambiental global demanda una formación docente que trascienda la transmisión de contenidos ecológicos y fomento conciencia crítica, conexión emocional con la naturaleza y capacidad de acción transformadora. Los profesores de Biología enfrentan un reto que la pedagogía tradicional no ha logrado resolver: la desconexión afectiva del estudiante con los problemas del entorno. Desde la experiencia acumulada en los procesos de diagnóstico docente a nivel local, se reconoce que esta brecha de compromiso no responde a una falta de datos, sino a una insuficiente activación neurofisiológica durante el proceso de enseñanza. En esta dirección, la neuropedagogía podría ofrecer una vía pertinente para abordar las urgencias socioambientales del siglo XXI.

En este sentido, la neuropedagogía al aplicar conocimientos neurocientíficos al diseño de procesos de enseñanza y aprendizaje, aporta principios clave como el rol central de la emoción en la consolidación de la memoria, la importancia de la atención sostenida, el aprendizaje basado en recompensas y la relevancia de los contextos significativos (Mora, 2021; Immordino-Yang, 2016; Tokuhamma-Espinosa, 2014). Estos principios resultan especialmente prometedores para la educación ambiental, donde la desconexión afectiva

frente a problemas abstractos o distantes constituye uno de los principales obstáculos (Gravante & Poma, 2022; Hernández & Camargo, 2020).

En este contexto, la formación ambiental del profesorado en los distintos niveles educativos se ha consolidado como una prioridad en los planes de estudio de América Latina y el Caribe (Panduro et al., 2023). En países como Colombia, Costa Rica y Chile, entre otros, la preparación del profesorado de Biología incorpora de manera explícita la Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible (EADS), articulándose con políticas nacionales. En el caso específico de Cuba, esta orientación se alinea con instrumentos estratégicos como Tarea Vida, la Ley del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente y la Estrategia Ambiental Nacional, promoviendo una evolución hacia enfoques ecosistémicos, bioéticos, participativos y contextualizados.

En tal sentido, en los últimos años diversos estudios a nivel internacional y nacional ponderan que la educación ambiental en la formación inicial y continua del profesorado es clave para afrontar problemas socioambientales y avanzar hacia el desarrollo sostenible (Damoah & Isaiah, 2023; Corpuz et al., 2022; Maryna et al., 2022). En el caso de futuros profesores de Biología, se resalta la necesidad de desarrollar competencia ecológica/ambiental, (Hryn., 2025; Liulenko et al, 2023; Maryna et al., 2022).

Estudios como el de Casaña & Méndez (2021) en Cuba, enfatizan la necesidad de desarrollar competencias didácticas específicas en los profesores de Biología para abordar eficazmente la educación ambiental. Asimismo, otros autores han investigado la formación ambiental de los estudiantes de Biología en Guantánamo, enfatizando la importancia de una educación contextualizada a la realidad local y a la biodiversidad específica de la región (Chibás et al., 2025; Creagh,2020). Estas investigaciones ponderan que la formación ambiental no debe ser un apéndice curricular, sino un eje transversal que impregne todas las áreas del conocimiento y se adapte a las particularidades del entorno.

Por su parte, las revisiones sobre neuropedagogía muestran que las investigaciones sobre plasticidad cerebral, memoria, atención, emoción y motivación pueden informar prácticas didácticas más eficaces y centradas en formación docente (Pradeep et al., 2024; Gkintoni et al., 2023; Fragkaki et al., 2022; Goldberg, 2022). Estas investigaciones señalan su potencial para optimizar procesos educativos, aunque señalan desafíos metodológicos y éticos, así como la necesidad de puentes sólidos entre investigación y aula.

Sin embargo, a pesar de la relevancia de la educación ambiental y el potencial transformador de la neuropedagogía, existe un vacío significativo en la literatura que explore la intersección de ambos campos, especialmente en el contexto de la formación

ambiental del profesorado de Biología. La mayoría de los estudios sobre educación ambiental se centran en contenidos, competencias y enfoques curriculares; los de neuropedagogía se focalizan en principios generales de docencia y aprendizaje, sin aplicarlos específicamente a la educación ambiental.

La carrera de Licenciatura en Educación Biología se imparte en varias universidades, incluyendo la Universidad de Guantánamo, Cuba. El modelo del profesional vigente (Ministerio de Educación Superior, 2016) declara la formación ambiental como un objetivo transversal, pero no incorpora sistemáticamente los aportes de la neuropedagogía. Esta brecha es particularmente relevante en provincias como Guantánamo, donde la riqueza ecológica, incluyendo ecosistemas costeros, montañosos y endémicos, exige una formación docente capaz de promover una comprensión profunda de los sistemas naturales y de las responsabilidades socioambientales asociadas. Sin embargo, son insuficientes las investigaciones que hayan explorado el potencial de la neuropedagogía para este fin en la provincia Guantánamo.

Por lo tanto, se hace necesario sistematizar el estado actual del conocimiento sobre neuropedagogía y formación ambiental del profesorado de Biología, para luego derivar implicaciones pertinentes al contexto guantanamero. Ante la novedad del tema y la ausencia de síntesis previas, esta revisión exploratoria (Peter et al., 2020; Arksey & O'Malley, 2005) busca responder al objetivo del artículo, que es analizar las tendencias, vacíos de conocimiento y oportunidades de la neuropedagogía aplicada a la formación ambiental de futuros profesores de Biología, con vistas a proponer implicaciones contextualizadas para el currículo de la Licenciatura en Educación Biología en Guantánamo.

Metodología

Este trabajo constituye una revisión exploratoria (scoping review) de carácter cualitativo. Este diseño resulta particularmente adecuado para mapear el estado actual de un campo emergente y multidisciplinar como la intersección entre neuropedagogía y formación ambiental del profesorado de Biología, identificando tendencias, vacíos de conocimiento y direcciones futuras, sin pretender evaluar exhaustivamente la calidad metodológica de los estudios primarios (Peters et al., 2020).

La revisión se guió por el marco metodológico de Arksey y O'Malley (2005), complementado con los refinamientos de Levac et al. (2010) y las directrices actualizadas del Joanna Briggs Institute (Peters et al., 2020) para la conducción de la revisión. El reporte

de los resultados siguió la extensión PRISMA-ScR (Tricco et al., 2018). La revisión se estructuró en cinco fases secuenciales, que se señalan seguidamente.

1. Formulación de la pregunta de investigación (basada en el marco PCC (Peters et al., 2015)) ¿Qué aportes ofrece la literatura científica reciente sobre neuropedagogía para fortalecer la formación ambiental del profesorado de Biología y cuáles son sus implicaciones para el contexto educativo de Guantánamo?
2. Identificación de estudios relevantes: búsqueda sistemática en bases de datos internacionales, regionales, nacionales y locales.
3. Selección de estudios: aplicación de criterios de inclusión y exclusión mediante cribado por título, resumen y texto completo.
4. Extracción y sistematización de datos: uso de una matriz estructurada para garantizar replicabilidad.
5. Análisis temático y síntesis narrativa: identificación de patrones, convergencias, divergencias y vacíos.

Las unidades de análisis fueron los documentos científicos (artículos de revistas, tesis de posgrado y capítulos de libros) publicados entre 2016 y 2026 que cumplieron los criterios de inclusión. No se analizaron individuos ni instituciones directamente. Los criterios de inclusión fueron: estudios empíricos o teóricos con revisión por pares que articulen neuropedagogía (o términos afines: neuroeducación, neurodidáctica, educación basada en el cerebro) y formación ambiental (o educación ambiental, competencia ambiental) en el contexto de la formación inicial o continua del profesorado de Biología (o ciencias afines: ciencias naturales, biología educativa). Se incluyeron publicaciones en español, inglés y ucraniano, con acceso al texto completo.

Los criterios de exclusión fueron estudios que no estén directamente relacionados con la neuropedagogía o la educación ambiental, que aborden la formación ambiental sin ninguna mención a la neuropedagogía, o viceversa, se centren exclusivamente en la educación ambiental en niveles educativos básicos sin implicaciones para la formación docente, publicaciones que no sean de carácter científico y documentos no científicos o duplicados, así como aquellos publicados fuera del período 2016-2026.

Se realizaron búsquedas sistemáticas en: Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO, Redalyc y Google Académico. Para evitar ocultar evidencia internacional relevante que pudiera adaptarse a Cuba, se ejecutó una estrategia primaria sin filtro geográfico y posteriormente una estrategia secundaria añadiendo los términos "Cuba" OR "Guantánamo" para identificar estudios locales. Los resultados de ambas se fusionaron. La

cadena principal de búsqueda (sin filtro geográfico) fue: neuropedagogía OR neuroeducación OR neurodidáctica OR “neurociencia educativa” OR “brain-based learning” OR neuroeducation AND formación ambiental OR educación ambiental OR “educación para el desarrollo sostenible” OR “environmental education” OR “environmental training”; AND profesorado de Biología OR “biology teacher education” OR “enseñanza de la biología” OR “formación docente” OR “teacher training”

Se aplicaron límites temporales (2016-2026) y tipo de documento según las capacidades de cada base. La búsqueda se cerró el 7 de abril de 2026; por tanto, los documentos de 2026 incluidos corresponden únicamente a publicaciones disponibles hasta esa fecha.

Tabla 1

Metodológica de búsqueda por base de datos

Base de datos	Fecha de búsqueda	Cadena de búsqueda (resumida)	Filtros aplicados	Registros (n)
Scopus	05/03/2026	TITLE-ABS-KEY (("neuropedagogía" OR "neuroeducación" OR "brain-based learning") AND ("formación ambiental" OR "environmental education") AND ("profesorado de biología" OR "biology teacher education"))	2016-2026, artículos, revisiones, capítulos, inglés/español	52
Web of Science	12/03/2026	TS=("neuropedagogía" OR "neuroeducación" OR "brain-based learning") AND TS=("formación ambiental" OR "environmental education") AND TS=("profesorado de biología" OR "biology teacher education")	2016-2026, artículos, revisiones, book chapters, inglés/español	38
ERIC	19/03/2026	("neuropedagogía" OR "neuroeducación" OR "brain-based learning") AND ("environmental education") AND ("biology teacher education" OR "science teacher education")	2016-2026, journal articles, reports, inglés/español	24
SciELO	26/03/2026	(neuropedagogía OR neuroeducación) AND (formación ambiental OR educación ambiental) AND (profesorado de biología OR enseñanza de la biología)	2016-2026, artículos, español/portugués	14
Redalyc	02/04/2026	(neuropedagogía OR neuroeducación) AND (formación ambiental OR educación ambiental) AND (profesorado de biología)	2016-2026, artículos, tesis, capítulos	10
Google Académico	07/04/2026	"neuropedagogía" "formación ambiental" "profesorado biología"	2016-2026, primeras 10 páginas (≈100)	12 (estimado)

			resultados), español/inglés	
Total				150

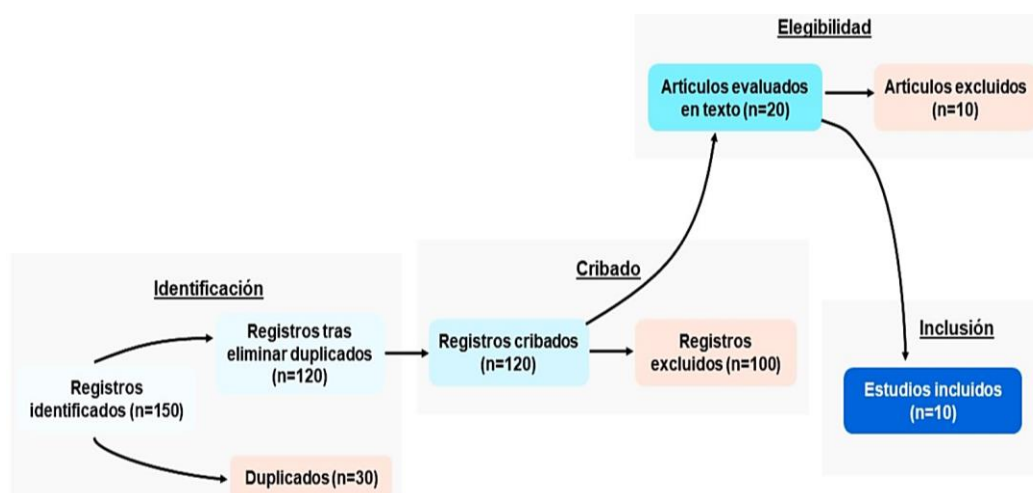
Nota. Elaboración a partir de los registros de búsqueda (2026).

El proceso siguió las fases recomendadas por PRISMA-ScR (Peters et al., 2020), con la participación de dos revisores de forma independiente. Las discrepancias se resolvieron por consenso. El acuerdo inter-revisores para el cribado de títulos/resúmenes fue del 92% (kappa de Cohen = 0.85).

1. Identificación. Se exportaron todos los registros a Zotero. Se obtuvieron 150 registros en total tras la búsqueda combinada.
2. Eliminación de duplicados. Se eliminaron 30 registros duplicados (automática y manual), quedando 120 registros únicos.
3. Cribado por título y resumen. Sobre los 120 registros, se excluyeron 100 por no cumplir los criterios básicos.
4. Evaluación de texto completo. Se recuperaron 20 documentos. Tras la lectura completa, se excluyeron 10 (6 por no vincular explícitamente ambos campos, 3 por no enfocarse en formación de profesorado, 1 por no estar disponible el texto completo).
5. Inclusión final: 10 estudios cumplieron todos los criterios. Se ha elaborado el diagrama PRISMA-ScR correspondiente.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA-ScR del proceso de selección de estudios



Nota. Elaboración propia (2026).

Se utilizó un formulario de extracción estandarizado (matriz en Excel) que incluyó: datos bibliográficos (autor, año, país, tipo de documento), características metodológicas (diseño, población/muestra, contexto), conceptos neuropedagógicos abordados, relación con formación ambiental y Biología, resultados principales, limitaciones y vacíos. Se combinó un análisis descriptivo cuantitativo (frecuencias por año, país, tipo de estudio) y un análisis de contenido cualitativo para identificar temas emergentes, convergencias y vacíos (especial atención a la identificación de vacíos contextuales para Cuba y Guantánamo). Se utilizó un enfoque inductivo para la codificación, y los temas se agruparon en categorías amplias.

La descripción detallada de bases, cadenas de búsqueda, criterio PCC, el PRISMA-ScR y matriz de extracción garantiza la replicabilidad del estudio. Este diseño permite identificar no solo qué se sabe sobre el tema, sino qué tan transferible es la literatura internacional a un entorno con particularidades socioecológicas únicas como el guantanamero.

Resultados

Los 10 estudios incluidos corresponden a artículos publicados en revistas indexadas. La distribución por año mostró que el 70% se publicó entre 2021 y 2026. Por país: España (3 estudios), México (2), Cuba (2), Brasil (1), Colombia (1) y Estados Unidos (1). En ninguno de los estudios ha sido de interés abordar directamente la formación ambiental con enfoque neuropedagógico; solo dos estudios cubanos (Creagh, 2020; Casaña & Méndez, 2021) trataron la formación ambiental del profesorado de Biología, pero sin integrar la neuropedagogía.

La producción científica muestra un crecimiento moderado en los últimos años, con mayor concentración entre 2021 y 2025. La mayoría de los trabajos son de carácter teórico-conceptual o revisiones narrativas (60%), mientras que solo cuatro presentan componentes empíricos (principalmente descriptivos o cuasiexperimentales con muestras pequeñas). Se identificaron tres enfoques temáticos principales:

Tabla 2

Distribución de los estudios según enfoque temático principal

Enfoque temático	Número de estudios	%	Principales hallazgos	Implicaciones para la formación docente	Aporte al contexto de Guantánamo
------------------	--------------------	---	-----------------------	---	----------------------------------

Neuropedagogía y aprendizaje en ciencias	5	50	Principios neurocientíficos para optimizar atención, emoción y memoria	Diseño de estrategias didácticas basadas en el cerebro	Provee marcos de plasticidad aplicables a la didáctica local.
Formación ambiental y desarrollo de competencias docentes en Biología	4	40	Contextualización, interdisciplinariedad y competencias para la sostenibilidad	Integración de la dimensión ambiental en el currículo	Es la base curricular; requiere de la neurociencia para superar la apatía.
Intersección neuropedagogía – educación ambiental	1	10	Marcos teóricos para vincular emoción y aprendizaje significativo ambiental	Necesidad de investigación empírica y aplicaciones prácticas	Escasa evidencia; representa el mayor vacío de investigación local.

Nota. Elaboración propia a partir de la matriz de extracción (2026).

En cuanto a la neuropedagogía en contextos educativos, los estudios de este grupo (Fragkaki et al., 2022; Gkintoni et al., 2023; Goldberg, 2022; Pradeep et al., 2024; Shvarts-Serebro et al., 2024)) enfatizan el rol clave de las emociones en la consolidación de aprendizajes, la plasticidad cerebral y la importancia de experiencias significativas y contextualizadas. Se enfatiza que el aprendizaje es más efectivo cuando se activan circuitos de recompensa y se genera relevancia personal. Sin embargo, su aplicación se concentra mayoritariamente en educación infantil y primaria, con escasa transferencia explícita a la formación universitaria de profesores de biología.

En relación con la formación ambiental del profesorado de biología, cuatro estudios (Casaña & Méndez, 2021; Creagh, 2020; Liulenko et al., 2023; Maryna et al., 2022) resaltan la necesidad de superar enfoques transmisivos y avanzar hacia modelos competenciales que integren pensamiento crítico, acción proambiental y contextualización local. En el caso cubano, se resalta la importancia de vincular la formación con la biodiversidad nacional y provincial, así como con políticas como la Tarea Vida. Predomina el énfasis en la interdisciplinariedad y el aprendizaje basado en problemas socioambientales.

En lo que respecta a la intersección entre neuropedagogía y formación ambiental, solo un estudio (Hernández & Camargo, 2020) establece una conexión amplia, proponiendo que los principios neurocientíficos pueden fortalecer la dimensión afectiva de la educación ambiental. El resto de los trabajos sugieren potencialidades de forma indirecta (por ejemplo, el uso de experiencias inmersivas en entornos naturales para generar conexión emocional), pero carecen de intervenciones empíricas validadas.

Tabla 3*Caracterización detallada de los 10 estudios incluidos*

ID	Autor(es) y año	País	Diseño	Muestra / alcance	Enfoque neuropsicológico	Contenido ambiental	Principales hallazgos
1	Fragkaki et al. (2022)	Grecia	Cualitativo (encuestas)	45 profesores universitarios	Percepciones sobre neuroeducación	No aplica	Alta aceptación, pero falta de formación específica
2	Gkintoni et al. (2023)	Grecia	Revisión sistemática	38 estudios	Principios de neuroplasticidad y memoria	Enseñanza de ciencias	Identifica brecha en aplicación a educación ambiental
3	Goldberg (2022)	EE. UU.	Teórico	–	Desarrollo cerebral y aprendizaje	General	Propone estrategias generales, sin vínculo ambiental
4	Pradeep et al. (2024)	India	Teórico	–	Neuroeducación y dinámicas de aprendizaje	No aplica	Marco conceptual, sin aplicación específica
5	Shvarts-Serebro et al. (2024)	Israel	Mixto	120 estudiantes de magisterio	Formación docente en neuropsicología	No aplica	Mejora en actitudes hacia la neuroeducación
6	Hernández & Camargo (2020)	Colombia	Teórico	–	Neurociencia y educación ambiental	Diversos	Propone puentes conceptuales, sin evidencia empírica
7	Casaña & Méndez (2021)	Cuba	Cualitativo	25 profesores de Biología en formación	No aplica	Educación ambiental en Biología	Competencias didácticas, sin neuropsicología
8	Creagh (2020)	Cuba (Guantánamo)	Cualitativo	Estudiantes de Biología	No aplica	Desarrollo local sostenible	Contextualización ambiental, sin neuropsicología
9	Liulenko et al. (2023)	Ucrania	Teórico	–	No aplica	Formación ambiental	Propone competencias ecológicas, sin neuropsicología

10	Maryna et al. (2022)	Ucrania	Teórico	–	No aplica	Formación ambiental	Énfasis en competencia ecológica, sin neuropedagogía
----	----------------------	---------	---------	---	-----------	---------------------	--

Nota. Elaboración propia a partir de la matriz de extracción (2026).

Se identificaron tres tendencias principales:

1. Predominio de estudios teóricos o de revisión (70% de los incluidos) sobre neuropedagogía en ciencias naturales, pero sin aplicar sus principios a la educación ambiental.
2. Escasa vinculación explícita entre neuropedagogía y formación ambiental, solo el estudio de Hernández & Camargo (2020) establece un puente conceptual, pero no empírico.
3. Ausencia total de estudios que integren ambos campos en el contexto cubano y, específicamente, en la formación del profesorado de Biología en Guantánamo.

Vacíos identificados:

1. Ausencia casi total de estudios empíricos que evalúen intervenciones neuropedagógicas en programas de formación ambiental para profesores de Biología.
2. Falta de instrumentos de evaluación adaptados cultural y contextualmente.
3. Nula representación del contexto cubano, especialmente de provincias orientales como Guantánamo con sus particularidades biogeográficas y socioeconómicas.
4. Escasez de secuencias didácticas validadas que articulen principios neurocientíficos (atención, emoción, memoria) con contenidos de educación ambiental.

Discusión

La literatura internacional sobre neuropedagogía aplicada a la formación docente (Shvarts-Serebro et al., 2024; Pradeep et al., 2024) se centra en corregir neuromitos y emplear tecnologías educativas en entornos bien equipados. En marcado contraste, en Guantánamo no se identificó ningún estudio que integrara explícitamente neuropedagogía, formación ambiental y profesorado de Biología, y la infraestructura tecnológica es limitada.

En primer lugar, la escasa intersección entre neuropedagogía y formación ambiental obedece a tres causas: (a) la neuroeducación se ha concentrado históricamente en

habilidades básicas (lectura, cálculo) y en educación infantil, descuidando temáticas complejas como la sostenibilidad; (b) existe una brecha disciplinar entre neurocientíficos, educadores ambientales y formadores de docentes, que raramente colaboran en diseños de investigación aplicada; (c) la mayoría de los estudios se realizan en laboratorios o aulas tecnológicamente equipadas, lo que dificulta su transferencia a contextos de baja tecnología como el oriente cubano.

Además, transferir acríticamente principios neurocientíficos al aula sin validación local conlleva riesgos bien documentados. El principal es la proliferación de neuromitos (Thomas et al., 2019), creencias infundadas como la existencia de “estilos de aprendizaje” cerebralmente determinados. Otros riesgos incluyen la simplificación excesiva de hallazgos de neuroimagen, la generación de expectativas desmedidas en el profesorado y el desplazamiento de enfoques pedagógicos ya validados en educación ambiental (aprendizaje basado en problemas, investigación-acción). Evitar estos riesgos en Guantánamo exige investigación aplicada desde el primer momento.

Por otra parte, las condiciones locales de Guantánamo justifican una intervención contextualizada, no una adaptación pasiva de modelos foráneos. La provincia presenta alta vulnerabilidad a la sequía recurrente, degradación de ecosistemas costeros (manglares, bahías) y pérdida de especies endémicas como la cotorra cubana (*Amazona leucocephala*) y el almiquí (*Solenodon cubanus*). Coexisten comunidades rurales con limitado acceso tecnológico pero profundo conocimiento tradicional. La Universidad de Guantánamo forma profesores que ejercerán en escuelas rodeadas de biodiversidad. Por tanto, una intervención neuropedagógica debe aprovechar el contacto sensorial directo con el territorio como principal recurso, no la tecnología, y orientarse a problemas percibidos como emocionalmente urgentes.

En cuanto al contraste con autores previos, coincidimos con Gkintoni et al (2023) en que la mayoría de los estudios neuroeducativos son teóricos y se necesitan diseños cuasiexperimentales, pero diferimos en el énfasis: mientras ellos abogan por laboratorios controlados, nosotros defendemos el entorno natural de Guantánamo como “laboratorio ecológico”. A diferencia de Corpuz et al (2022), que proponen una integración curricular formal, nuestros hallazgos sugieren que la neuropedagogía debe operar como catalizador transversal en contextos de alta biodiversidad pero baja tecnología.

Sin embargo, la mera existencia de biodiversidad no garantiza aprendizajes significativos (Immordino-Yang, 2016). No basta con llevar a los estudiantes al bosque; es necesario diseñar experiencias que vinculen lo observado con sus vidas y con problemas

reales (pérdida de especies por sequía, afectación de manglares). Tampoco todas las emociones son igualmente efectivas: la sorpresa, empatía e indignación fortalecen la memoria, mientras que el asombro estético sin anclaje genera recuerdos superficiales (Gravante & Poma, 2022). Por ello, las salidas de campo deben estructurarse alrededor de problemas auténticos, no como catálogos de especies.

A partir de los vacíos identificados, la Tabla 4 sintetiza las implicaciones contextualizadas y las acciones curriculares concretas derivadas de cada carencia.

Tabla 4

Vacíos identificados, implicaciones para Guantánamo y acciones curriculares sugeridas

Vacío identificado	Implicación para Guantánamo	Acción curricular sugerida
Poca integración neuropedagogía–educación ambiental	Diseñar módulos sobre emoción, atención y memoria aplicados a problemas ambientales locales	Unidad optativa o transversal en Didáctica de la Biología
Falta de instrumentos adaptados	Construir escala de conexión emocional con biodiversidad local	Validación con estudiantes de la Licenciatura
Ausencia de secuencias didácticas validadas	Diseñar intervenciones en ecosistemas costeros, montañosos y endémicos	Pilotos en prácticas docentes
Débil evidencia empírica local	Implementar estudios cuasiexperimentales	Pretest/posttest de competencias ambientales

Nota. Elaboración a partir de los vacíos de la revisión (2026).

En consecuencia, el diseño didáctico para Guantánamo debería incluir: (a) antes de cada salida de campo, una pregunta problema relevante; (b) durante la experiencia, un relato en primera persona de un afectado local; (c) después, actividades de recuperación a las 24 horas, a la semana y al mes; (d) evaluación del recuerdo episódico y la disposición a la acción proambiental. La carencia de estudios en Guantánamo no es una debilidad, sino una oportunidad para construir investigación original. Las limitaciones propias de una revisión exploratoria (falta de evaluación de calidad, heterogeneidad de los estudios) no invalidan las proyecciones, sino que las dirigen hacia estudios primarios rigurosos.

Conclusiones

La presente revisión exploratoria evidencia que, si bien la neuropedagogía y la educación ambiental son campos con desarrollo independiente en la literatura científica, su articulación explícita en la formación del profesorado de Biología permanece en una etapa

incipiente, caracterizada por un predominio de enfoques teóricos sobre investigaciones empíricas aplicadas. La ausencia de estudios que vinculen estos campos con el contexto guatemalteco constituye una brecha crítica que limita la transferencia de conocimientos neurocientíficos hacia estrategias didácticas contextualizadas, necesarias para optimizar la formación de docentes ante los retos actuales de la sostenibilidad. En consecuencia, la integración de principios neuropedagógicos representa una línea de trabajo prometedora que podría contribuir a fortalecer la educación ambiental y mejorar la calidad formativa en el área de Ciencias Ambientales. Esta posibilidad requiere de futuras investigaciones orientadas a la intervención pedagógica y al diseño de secuencias didácticas validadas que respondan, desde la evidencia empírica, a las particularidades socioecológicas del profesorado de Biología en Cuba.

Nota: Declaración Ética y Uso de Inteligencia Artificial

En la elaboración de este manuscrito se empleó Perplexity.ai para corregir la gramática de algunos párrafos en inglés, reorganizar la tabla de resultados y generar una primera versión del diagrama PRISMA en texto. El autor ha verificado y asume plena responsabilidad por todo el contenido del manuscrito, incluido el generado por la IA. No se utilizaron herramientas de IA para tomar decisiones metodológicas sustantivas.

Conflicto de Intereses

El autor declara que no existen conflictos de intereses económicos, personales, académicos o institucionales que pudieran haber influido en la realización o redacción de esta investigación. Asimismo, confirma que este trabajo es original, inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación o medio de difusión.

Referencias

- Arksey, H & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Casaña, S. L & Méndez, I. E. (2021). La competencia didáctica para la educación ambiental en la formación del profesor de Biología. *Revista Conrado*, 17(80), 363–370. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1855>
- Chibás, M., Méndez, I. E & Basulto, G. (2025). La formación ambiental para la conservación de la biodiversidad desde el pensamiento creativo. *Opuntia Brava*, 17(especial 1), 44–55. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/2320>
- Creagh, M. C. (2020). *La formación ambiental del discente de biología en función del desarrollo local sostenible en condiciones de ruralidad y montaña. Cuadernos De Educación Y Desarrollo*, 12(5). <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/720>
- Corpuz, A., Andres, T & Lagasca, J. (2022). Integration of environmental education (EE) in teacher education programs: toward sustainable curriculum greening. *Problems of Education in the 21st Century*, 80(1), 119–143. <https://doi.org/10.33225/pec/22.80.119>

- Damoah, B & Isaiah, B. O. (2023). Tracing the footprints of environmental education in teacher education: a review of pre-service teachers' training in universities. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 14(5), 184–196. <https://doi.org/10.47750/jett.2023.14.05.020>
- Fragkaki, M., Mystakidis, S & Dimitropoulos, K. (2022). Higher education faculty perceptions and needs on neuroeducation in teaching and learning. *Education Sciences*, 12(10), 707. <https://doi.org/10.3390/educsci12100707>
- Gkintoni, E., Dimakos, I., Halkiopoulos, C & Antonopoulou, H. (2023). Contributions of Neuroscience to Educational Praxis: A Systematic Review. *Emerging Science Journal*, 7, 146–158. <https://doi.org/10.28991/esj-2023-sied2-012>
- Goldberg, H. (2022). Growing Brains, Nurturing Minds—Neuroscience as an Educational Tool to Support Students' Development as Life-Long Learners. *Brain Sciences*, 12(12), 1622. <https://doi.org/10.3390/brainsci12121622>
- Gravante, T & Poma, A. (2022). *Emociones y medio ambiente. Un enfoque interdisciplinario* (1.^a ed.). Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. https://ru.ceiich.unam.mx/bitstream/123456789/3940/1/Emociones_y_medio_ambiente_un_enfoque_interdisciplinario.pdf
- Hernández, A & Camargo, C. de B. (2020). Educación Ambiental y su Relación con las Tecnologías Educativas, Transculturalidad, Inclusión Educativa, Neurociencia y Formación Docente. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 9(3), 113–138. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i3.p113-138>
- Hryn, O. (2025). Ways of forming the ecological culture of future biology teachers in higher educational institutions. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: "Pedagogy. Social Work"*, 2(57), 52–56. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2025.57.52-56>
- Immordino-Yang, M. H. (2016). *Emotions, learning, and the brain: Exploring the educational implications of affective neuroscience* (1.^a ed.). WW Norton & Company.
- Liulenko, S., Honcharuk, V & Podzerei, R. (2023). Environmental education and education of future biology teachers. *Pedagogy and Education Management Review*, (4), 35–41. <https://doi.org/10.36690/2733-2039-2023-4-35-41>
- Levac, D., Colquhoun, H & O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Science: IS*, 5(69), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>
- Maryna, K., Olesya, M., Iryna, K & Iryna, K. (2022). Formação de competência ecológica de futuros professores de biologia em processo de formação profissional. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 15(34), e17330. <https://doi.org/10.20952/revtee.v15i34.17330>
- Ministerio de Educación Superior. (2016). *Plan de estudio E. Carrera Licenciatura en Educación Biología*. Ministerio de Educación Superior.
- Mora, F. (2021). *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama* (3.^a ed.). Alianza Editorial. https://www.alianzaeditorial.es/primer_capitulo/neuroeducacion.pdf
- Panduro, J. G., Ruiz, J. M., Holgado, A. M., Fierro, M. G., Martínez, F. J., Velarde, L. F., De la Cruz, P. D., Alvarez, F. D & La Chira, M. B. (2023). *La educación ambiental en Latinoamérica: logros y desafíos* (1.^a ed.). Editorial EIDEC. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.8250884>
- Peters, M. D. J., Marnie, C., Tricco, A., Pollock, D., Munn, Z., Alexander, L., McInerney, P., Godfrey, C & Khalil, H. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIM Evidence Synthesis*, 18(10), 2119–2126. <https://doi.org/10.11124/jbies-20-00167>

- Peters, M. D. J., Godfrey, C. M., McInerney, P., Soares, C. B., Khalil, H & Parker, D. (2015). Methodology for JBI scoping reviews. In E. Aromataris (Ed.), *The Joanna Briggs Institute reviewers manual 2015* (pp. 1–24). *Joanna Briggs Institute*. https://www.researchgate.net/publication/294736492_Methodology_for_JBI_Scoping_Reviews
- Pradeep, K., Sulur Anbalagan, R., Thangavelu, A. P., Aswathy, S., Jisha, V. G & Vaisakhi, V. S. (2024). Neuroeducation: understanding neural dynamics in learning and teaching. *Frontiers in Education*, 9, 1437418. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1437418>
- Shvarts-Serebro, I., Ben-Yehudah, G., Elgavi-Hershler, O., Grobgeld, E., Katzof, A., Luzzatto, E., Shalom, M., & Zohar-Harel, T. (2024). Agents of change: Integration of neuropedagogy in pre-service teacher education. *Frontiers in Education*, 9, 1369394. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1369394>
- Thomas, M. S. C., Ansari, D & Knowland, V. C. P. (2019). Annual Research Review: Educational neuroscience: progress and prospects. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 60(4), 477–492. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12973>
- Tokuhamma-Espinosa, T. (2014). *Making classrooms better: 50 practical applications of mind, brain, and education science* (1.^a ed.). W. W. Norton & Company. <https://archive.org/details/makingclassrooms0000toku/page/n7/mode/2up>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S et al. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>