

Estrategias de enseñanza de la biodiversidad como herramienta para abordar la crisis socioambiental

Teaching Strategies for Biodiversity as a Tool to Address the Socio-Environmental Crisis

María Emilia Ottogalli

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA,
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS
Y NATURALES, CONSEJO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y
TÉCNICAS (CONICET), ARGENTINA
emilia.ottogalli@unc.edu.ar
<https://orcid.org/0000-0002-6055-959X>

Silvana Ferragutti

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO,
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICO
QUÍMICAS Y NATURALES, CONSEJO
NACIONAL DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS (CONICET),
ARGENTINA
sferragutti@exa.unrc.edu.ar
<https://orcid.org/0000-0002-5540-5844>

Gonzalo M. A. Bermúdez

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA,
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS
Y NATURALES, CONSEJO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y
TÉCNICAS (CONICET), ARGENTINA
gbermudez@unc.edu.ar
<https://orcid.org/0000-0001-9734-0965>

RESUMEN

La biodiversidad es esencial para la vida humana y su deterioro acelerado ha aumentado su importancia en los ámbitos científico y educativo. Desde una perspectiva pedagógica, reconocemos las estrategias didácticas como una importante herramienta para abordar la crisis socioambiental actual. Este artículo recopila y analiza investigaciones de Latinoamérica (2004–2020) sobre estrategias de enseñanza de la biodiversidad, enfocándose en prácticas científicas y educación en contextos no formales. Los resultados se presentan a través de tendencias que muestran particularidades compartidas por estudios de la región y una discusión de las mismas a través de puntos críticos, sus implicancias en la educación y en la actual crisis socioambiental. Finalmente, aportamos algunas consideraciones sobre prácticas de enseñanza e investigación educativa sobre la diversidad biológica.

Palabras clave: biodiversidad, métodos de enseñanza, prácticas científicas, contextos de aprendizaje no formal, estrategias didácticas

ABSTRACT

Biodiversity is essential for human life, and its accelerated deterioration has increased its importance in scientific and educational fields. From a pedagogical perspective, we recognize didactic strategies as an important tool to address the current socio-environmental crisis. This article compiles and analyzes research from Latin America (2004–2020) on biodiversity teaching strategies, focusing on scientific practices and education in non-formal contexts. The results are presented through trends that reveal shared particularities among studies in the region and a discussion of these trends through critical points, their implications for education, and the current socio-environmental crisis. Finally, we provide some considerations on teaching practices and educational research related to biological diversity.

Keywords: biodiversity, teaching methods, scientific practices, non-formal learning contexts, didactic strategies.



INTRODUCCIÓN

Se reconoce que la diversidad biológica (o biodiversidad, en adelante BD) es un constructo de suma importancia por su valor educativo, así como la necesidad de encontrar formas de desarrollo que aseguren su conservación y nuestra supervivencia (Ottogalli y Bermúdez, 2023; Díaz *et al.*, 2019). En todas las regiones del mundo, la explotación directa de los recursos naturales y el cambio en el uso de la tierra o el mar han llevado a la actual crisis socioambiental, siendo los factores antropogénicos, los principales impulsores de la pérdida de la BD. En América, estas fuerzas también son seguidas de cerca por el impacto de las especies exóticas invasoras, el cambio climático y la contaminación ambiental (Jaureguiberry *et al.*, 2022). Además, siendo América Latina una de las regiones de mayor BD, el deterioro ambiental y la erosión de saberes ancestrales (Pérez, 2019), impulsados por el poder hegemónico y prácticas insostenibles, agravan las desigualdades sociales y la crisis socioambiental debido a la apropiación de tierras y el despojo de bienes ambientales comunes (Escalón y González, 2017).

Basado en un análisis epistemológico, Castro *et al.* (2021) sostienen que la BD debe analizarse desde una perspectiva que integre múltiples dimensiones (biológica, económico-política, filosófica, sociocultural y educativa), aunque es clave la educativa para desarrollar currículos que conecten culturas tradicionales y científicas, promoviendo la valoración de la diversidad biológica y cultural. Además, la educación constituye un escenario privilegiado para contribuir a dar respuesta a la crisis socioambiental, particularmente al abordar la sensibilización y apreciación de la/os estudiantes sobre la BD a través de estrategias de enseñanza o estrategias didácticas.

Las estrategias didácticas son dispositivos que las y los docentes utilizan para facilitar el aprendizaje, compuestas por actividades que permiten la interacción de las y los estudiantes con los contenidos (Sepúlveda y Véliz, 2013). Las estrategias didácticas se conciben como procedimientos, actividades y tareas diseñadas para alcanzar los objetivos y competencias deseados (García-Martínez *et al.*, 2018). Si bien existe una diversidad de estrategias didácticas, aquí optamos por abordar el uso de prácticas científicas (PC), particu-

larmente, argumentación, indagación y modelización, y la educación en contextos no formales (ENF). Esta selección se fundamenta en el hecho de que ambas estrategias favorecen el desarrollo de habilidades comunes (por ejemplo, pensamiento crítico, fomento de la curiosidad, trabajo colaborativo) y una comprensión de la ciencia a través de la experiencia directa con las metodologías empleadas por las y los científicos. Así, el empleo de estas estrategias facilita un contacto real con la BD y las problemáticas socioambientales que la afectan (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017; Rodríguez y Ruiz, 2019). Esto último cobra relevancia ya que enfrentar la crisis socioambiental requiere una transformación cultural y social que se alcanza a través de una educación crítica, orientada a comprender las realidades, identificando y cuestionando los condicionamientos que subyacen a los conflictos socioambientales (Bermúdez *et al.*, 2020; Borroto, 2024; Martínez-Silva *et al.*, 2021).

Respecto a las PC, en las últimas décadas ha surgido una corriente didáctica que sostiene que una buena forma de aprender ciencias es mediante la participación en PC (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017). Las PC son aspectos relacionados con la forma de conocer lo que hacen las y los científicos en sus investigaciones y comprenden dimensiones epistémicas y no epistémicas, tales como, intereses económicos, cuestiones morales, de género y éticas, entre otras (García-Carmona, 2021). En términos generales, este enfoque implica involucrar al alumnado en actividades como: 1) la argumentación: práctica utilizada por científicos para relacionar pruebas con conclusiones a través de justificaciones y respaldos; su uso en la enseñanza fomenta el desarrollo del pensamiento crítico del estudiantado frente a cuestiones sociocientíficas (Crujeiras *et al.*, 2020) como lo es la crisis de la BD, 2) la indagación: operación que a partir de interrogantes propone la planificación y ejecución de actividades experimentales, así como el análisis de los datos recopilados; en el ámbito de la enseñanza, procura que las y los estudiantes se formulen preguntas investigables y planifiquen cómo responderlas (García-Carmona, 2021; Prego y Puig, 2016), 3) la modelización: implica crear, revisar y aplicar modelos para explicar fenómenos naturales; en la enseñanza permite a las y los estudiantes, experimentar y comprender cómo se desarrollan y evalúan las ideas científicas (Oliva, 2019).

Las PC se transforman en una herramienta esencial para promover el pensamiento crítico, la reflexión y toma de decisiones para superar la crisis socioambiental. Por ejemplo, para Bermúdez *et al.* (2024), una educación en BD que incorpore la construcción de argumentos científicos ofrece una oportunidad para fortalecer el posicionamiento y la elección frente a diferentes opciones que se suscitan al considerar las problemáticas ambientales cercanas a la realidad de las y los estudiantes (Martínez-Silva *et al.*, 2021).

En cuanto a la ENF, término que empleamos para describir los procesos educativos que ocurren por fuera del ámbito escolar (Morentin y Guisasaola, 2015), puede llevarse a cabo en espacios como museos, centros interactivos de ciencia, jardines botánicos, zoológicos, reservas naturales, senderos de interpretación, parques ecológicos y exposiciones itinerantes. La ENF se ha vuelto relevante para la educación en BD (Marandino y Díaz, 2011), ya que ofrece a los visitantes un contacto real con la naturaleza.

Esto resulta fundamental para ser conscientes de los problemas sociales, ambientales y culturales actuales (Rodríguez y Ruiz, 2019), y fomenta la reflexión sobre la necesidad de preservar la BD (Carbajal de Souza *et al.*, 2020), desempeñando así un rol relevante en la educación ambiental (Zavaro-Pérez, 2022). Además, actualmente, las variadas exposiciones de estos espacios traspasan las barreras disciplinares para dar respuesta a los complejos problemas socioambientales (Borroto, 2024; Borroto y Silva, 2022). En este contexto, sus propuestas educativas buscan abordar la crisis socioambiental promoviendo un cambio de paradigma que deje atrás la visión que sitúa al ser humano por encima del medio ambiente, para adoptar en su lugar una postura crítica orientada a la transformación cultural y social, y cuestionar las contradicciones inherentes a los modelos de desarrollo y las dinámicas de las sociedades actuales (Borroto y Silva, 2022).

Teniendo en cuenta las estrategias didácticas mencionadas, identificamos diferentes investigaciones que han revisado recientemente las tendencias y retos que implica la enseñanza de la BD. Por un lado, Orozco (2017) analizó la enseñanza de este concepto en el contexto escolar de Brasil a partir de 20 fuentes bibliográficas, hallando la preferencia de explicaciones biológico-ecológicas por sobre

los aspectos socioculturales de la BD. Asimismo, Yli-Panula *et al.* (2018) analizaron 317 artículos científicos internacionales desde el año 2000 y encontraron que las actividades prácticas, el aprendizaje experimental y la instrucción directa son los métodos más comunes para enseñar BD, mientras que los juegos de roles, los debates, los viajes de estudio y las visitas son menos frecuentes.

A pesar de que IPBES (Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas, por sus siglas en inglés) afirma que los desafíos de la pérdida de BD, el cambio climático y la calidad de vida están interconectados y deben abordarse de manera integrada y urgente desde el nivel local al global (Díaz *et al.*, 2019), los esfuerzos de la educación científica para ello no han sido suficientemente considerados por las políticas internacionales (Bermúdez *et al.*, 2022; Castro *et al.*, 2021; De Freitas *et al.*, 2023; Orozco, 2017; Yli-Panula *et al.*, 2018). A ello se suma que, en la enseñanza de las ciencias de habla inglesa, hay una escasez de conocimientos sobre los métodos de enseñanza basados en la investigación latinoamericana. Esto, posiblemente se debe a que, en las revistas en inglés, las publicaciones latinoamericanas y su cobertura en bases de datos se limitan a fuentes regionales y nacionales, a pesar de ser de acceso abierto (Bermúdez *et al.*, 2022; Ottogalli y Bermúdez, 2023). Por consiguiente, resulta fundamental continuar recopilando y poniendo en discusión investigaciones latinoamericanas sobre la BD, especialmente aquellas que se centran en la educación y en métodos de enseñanza de la BD como una herramienta fundamental para abordar la actual crisis socioambiental.

Con base en lo anterior, el propósito de este trabajo es reunir y sintetizar el conocimiento actual sobre las estrategias para la enseñanza de la BD, particularmente de las PC (argumentación, indagación y modelización) y la ENF, en el contexto de los países latinoamericanos. De esta forma, en el apartado de resultados presentamos las tendencias que se evidencian en el uso de las estrategias específicamente consideradas. Luego, en el apartado discusión, revelamos algunos puntos críticos, comunes y particulares de cada una de las estrategias, y los enmarcamos en un análisis que examina cómo éstas contribuyen educativamente a la crisis socioambiental.

METODOLOGÍA

Puesto que este estudio representa una continuación de dos publicaciones anteriores del grupo de investigación (Bermúdez *et al.*, 2022; Ottogalli y Bermúdez, 2023), hemos decidido mantener la misma metodología empleada en dichos trabajos. En ese sentido, optamos por un enfoque hermenéutico-interpretativo, mediante una revisión bibliográfica orientada a establecer categorías de análisis relacionadas con el tratamiento de la BD en diferentes entornos educativos. Para ello, y de manera similar a lo realizado en Bermúdez *et al.* (2022) y Ottogalli y Bermúdez (2023), seguimos algunas pautas señaladas por diversos investigadores en el campo de la enseñanza de las ciencias, especialmente en lo referente a la búsqueda y selección de fuentes bibliográficas, así como en los desarrollos conceptuales en el campo de la enseñanza de la ciencia. En este trabajo, nos apoyamos en los aportes de Castro *et al.* (2021) y Gómez (2022) como referencia principal.

La pregunta que guio la búsqueda bibliográfica fue: ¿cuál es la producción latinoamericana relacionada con las estrategias de enseñanza de la BD que se basan en PC y ENF desde contextos educativos? Para responder a nuestra pregunta, primero buscamos palabras clave en español y en inglés como educación en BD, enseñanza de la BD, enseñanza de la BD + escuela, enseñanza de la BD + educación no formal, enseñanza de botánica, enseñanza de la zoología. Llevamos a cabo una revisión de publicaciones científicas en las bases de datos *Dialnet* (<https://dialnet.unirioja.es/>), *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España Portugal* (Redalyc, <https://www.redalyc.org/>), *Scientific Electronic Library Online* (Scielo, <https://scielo.org/es/>), *Scopus* (<https://www.scopus.com/home.uri>), *Google Scholar* (<https://scholar.google.es/schhp?hl=es>), y en sitios web de revistas reconocidas regionalmente en el ámbito de la enseñanza de las ciencias (por ejemplo, *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/biografia/index>, e-ISSN: 2619-3531; *Revista de Educación en Biología*: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia>, e-ISSN: 2344-9225; *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio>, e-ISSN: 2763-8898), indexadas en portales

científicos como *Latindex* (Sistema Regional de Información de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal: <https://www.latindex.org/latindex/inicio>) y ERIH Plus (European Reference Index for the Humanities and Social Sciences: <https://kanal-register.hkdir.no/publiseringsskanaler/erihplus/>).

Asimismo, y tal como lo hicimos en Bermúdez *et al.* (2022) y Ottogalli y Bermúdez (2023), incluimos producción académica publicada en algunos libros y en actas de congresos relacionados con las tendencias de investigación en enseñanza de las ciencias publicadas como números/volúmenes extras de revistas regionales arbitradas (por ejemplo, Actas del *Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y Educación Ambiental - Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología*, publicado en la revista *Biografía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, Actas del *Encuentro Nacional - Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, publicado por la *Revista de Educación en Biología*, y *Congreso Internacional de Formación de Profesores de Ciencias*, publicado en la revista *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/issue/archive>, e-ISSN: 2323-0126).

La búsqueda bibliográfica se realizó de febrero a abril de 2021 con base en dos criterios: a) seleccionando las contribuciones científicas restringiendo el marco temporal entre 2004 y 2020; b) eligiendo aquellas que presentaran revisiones, estudios empíricos o propuestas relativas a la enseñanza de la BD en contextos formales y no formales. Los hallazgos relacionados con las concepciones alternativas y el conocimiento conceptual de la BD por parte de las personas, así como con las estrategias de enseñanza de la BD durante la formación inicial y continua del profesorado dieron lugar a otras dos publicaciones (Bermúdez *et al.*, 2022; Ottogalli y Bermúdez, 2023). De la búsqueda bibliográfica obtuvimos más de 250 artículos, y a partir de una clasificación inicial, seleccionamos y sistematizamos 27 contribuciones, las cuales conformaron el *corpus* de este trabajo, por ser relevantes para esta investigación y abordar las PC y ENF. Siguiendo lo indicado en Bermúdez *et al.* (2022) y Ottogalli y Bermúdez (2023), los estudios de síntesis integradora requieren una lectura en profundidad de cada documento, por ello y de la misma manera que lo hicimos en las producciones anteriores, la informa-

ción se organizó en una matriz de doble entrada tras un proceso dialógico entre los autores y la bibliografía lo que permitió la emergencia de un sistema de categorías y subcategorías *a posteriori* que se dejan entrever en las tendencias y puntos críticos desarrollados (Bermúdez *et al.*, 2022; Ottogalli y Bermúdez, 2023).

RESULTADOS

El *corpus* documental referido a PC está compuesto por ocho estudios que las abordan como tema principal y dos que lo hacen de manera secundaria. Del total de trabajos, dos refieren a indagación (Iribarren *et al.*, 2013; Orozco, 2017), dos a modelización (Cisnero y Bermúdez, 2022; Da Cunha y Aguirre, 2017) y seis a argumentación. Respecto al país de procedencia, la mayoría pertenece a Brasil (Motokane, *et al.*, 2016; Camargo y Motokane, 2018; Motokane, 2015; Orozco, 2017; Silva *et al.*, 2018; Yamada y Motokane, 2013) y un número menor a Argentina (Bermúdez *et al.*, 2020; Cisnero y Bermúdez, 2022; Iribarren *et al.*, 2013; Da Cunha y Aguirre, 2017); desarrollados casi en su totalidad en el ámbito de la educación formal y en el contexto del nivel secundario.¹

Como otra tendencia entre los trabajos del *corpus* destacamos la amplia producción de investigaciones que refieren a la argumentación escolar (Bermúdez *et al.*, 2020; Motokane *et al.*, 2016; Camargo y Motokane, 2018; Motokane, 2015; Silva *et al.*, 2018; Yamada y Motokane, 2013). Las y los autores de estas producciones coinciden, por un lado, en la importancia del desarrollo de competencias argumentativas en el estudiantado. Esto, fomenta la capacidad de negociar y tomar decisiones (Osborne *et al.*, 2004) sobre cuestiones sociales complejas relacionadas con la ciencia, como la BD y su conservación, y contribuye a la formación de ciudadanos críticos, capaces de actuar en un entorno socioambiental complejo (De Freitas *et al.*, 2023). Por otro lado, las y los autores destacan como algo poco común la incorporación de la argumentación en las aulas de América Latina. Resultados similares se han observado en investigaciones

¹ Sistemas educativos en Argentina: Educación Inicial: 3 a 5 años, Educación Primaria: 6 a 11/12 años, Educación Secundaria (Media): 12/13 a 17 años, y Educación Superior (universitaria o no universitaria): 18 años en adelante (Ottogalli y Bermúdez, 2023).

internacionales (Evagorou y Osborne, 2013), lo que resulta singular en un contexto donde la argumentación es esencial para la didáctica de las ciencias.

Continuando con los trabajos del *corpus* que se enfocan en la argumentación, destacamos como otra tendencia el uso de secuencias didácticas que contienen problemáticas científicas disparadoras de operaciones argumentativas y que incluyen la indagación. Entre esas secuencias distinguimos algunas que proponen la utilización de problemas auténticos (Motokane *et al.*, 2016; Camargo y Motokane, 2018; Motokane, 2015; Silva *et al.*, 2018; Yamada y Motokane, 2013), y otras que emplean dilemas, problemáticas o cuestiones sociocientíficas (CSC) actuales y contextualizadas (Bermúdez *et al.*, 2020). En este sentido, muchas propuestas de enseñanza enuncian como punto de partida la introducción de problemáticas ambientales como la creación de una usina hidroeléctrica y su impacto en la fauna ictícola (Motokane *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2018), el avance de la frontera agrícola y la expansión de especies exóticas (Bermúdez *et al.*, 2020). En otras situaciones, los trabajos recopilados hacen referencia a ecosistemas particulares, tales como el bosque atlántico, costas rocosas (Motokane, 2015), llanura costera de restingas (Yamada y Motokane, 2013) y sitios de valor por su patrimonio paleontológico (Da Cunha y Aguirre, 2017).

En relación con los modelos teóricos asociados a las prácticas argumentativas, se observa que los trabajos del *corpus* emplean el modelo de argumentación científica de Toulmin (2007) y se basan en las propuestas de Erduran (2006). En cuanto al modelo de Toulmin, los autores (Bermúdez *et al.*, 2020; Motokane *et al.*, 2016; Motokane, 2015) justifican su uso porque facilita la elaboración y evaluación de argumentos (Chamizo, 2007). Asimismo, en relación con las propuestas de Erduran (2006), los autores del *corpus* que en ellas se fundamentan, adoptan dos modelos. En algunos casos, utilizan el modelo de Predicción, Observación y Explicación, en el cual las y los estudiantes desarrollan un modelo explicativo para resolver un problema mediante la argumentación, considerando sus hipótesis iniciales y la evaluación de los datos observados (Motokane, 2015; Yamada y Motokane, 2013). En otros casos, emplean el modelo de Teorías en Competencia, en el que las y los estudiantes, al contar

con dos o más modelos explicativos de un fenómeno, justifican el que consideran más adecuado a través de la argumentación (Motokane, 2015). Con ambos modelos, se promueve la evaluación de diversas explicaciones para un mismo fenómeno, lo que impulsa la argumentación basada en evidencia.

Por último, observamos que el uso de PC acontece principalmente dentro del contexto áulico, algo ya observado por Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2018), existiendo una escasa articulación con ENF. Constituyen una excepción a lo anterior los trabajos de Cisnero y Bermúdez (2022) y Bermúdez *et al.* (2020), que proponen salidas didácticas a espacios naturales para el desarrollo de PC argumentativas y de modelización.

TENDENCIAS SOBRE EDUCACIÓN EN CONTEXTOS NO FORMALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIODIVERSIDAD

Del total de trabajos analizados identificamos 17 que abordan la BD en contextos no formales, de los cuales, cinco comprenden jardines botánicos, cuatro comprenden reservas y parques (nacionales o municipales), dos senderos de interpretación, dos campamentos científicos, dos humedales, uno zoológicos y uno exposiciones didácticas de zoología.

Las investigaciones del *corpus* analizadas sobre la enseñanza de la BD en contextos no formales provienen de diversos países, destacándose Argentina (García y Bermúdez, 2018; Perazzolo *et al.*, 2012; Perasso y Perazzolo, 2015; Iribarren *et al.*, 2013; Polop, 2018) y Brasil (Borges *et al.*, 2020; Carbajal de Souza *et al.*, 2020; Fernandes y Miguel, 2017; De Sousa Ferreira *et al.*, 2020; Orozco *et al.*, 2018; Seniciato *et al.*, 2006) con la mayor cantidad de producciones, seguido por Colombia (Herrera, 2019; Rodríguez y Ruiz, 2019) y Chile (Fuentealba *et al.*, 2017; Piñones y Zuleta, 2015). Otra tendencia se refleja en la cantidad similar de producciones sobre ENF, destinadas al nivel primario como para el nivel secundario.

Dentro del *corpus* de trabajos analizados, aquellos que se desarrollan en jardines botánicos son los más numerosos (García y Bermúdez, 2018; Herrera, 2019; Perasso y Perazzolo, 2015; Perazzolo

et al., 2012; Seniciato *et al.*, 2006) y, según quienes suscriben estas producciones, los jardines botánicos cuentan con muchas oportunidades para la enseñanza y el aprendizaje de la BD. Entre ellas se destaca a los jardines botánicos como espacios que posibilitan nuevos vínculos entre el estudiantado y la naturaleza, promueven el valor por la vegetación nativa y su importancia en los ecosistemas, generan compromiso con el ambiente visitado y su estado de conservación (García y Bermúdez, 2018; Perazzolo *et al.*, 2012; Seniciato *et al.*, 2006), y ponen en evidencia los diferentes discursos, concepciones y prácticas del estudiantado sobre la BD (Herrera, 2019).

Otra tendencia se relaciona con las potencialidades de desarrollar la enseñanza de la BD en contextos educativos no formales. Entre esas potencialidades destacan el cambio en las percepciones del estudiantado sobre el ambiente, la posibilidad de generar situaciones de investigación, el fomento de la curiosidad y el enriquecimiento de los referentes cotidianos y de los conocimientos previos (García y Bermúdez, 2018; Borges *et al.*, 2020; Da Cunha y Aguirre, 2017; De Sousa *et al.*, 2020; Fernandes y Miguel, 2017; Fuentealba *et al.*, 2017; Orozco *et al.*, 2018; Perasso y Perazzolo, 2015; Polop, 2018).

Sobre la planificación de la salida educativa a los contextos no formales, detectamos investigaciones que describen las actividades realizadas durante y con posterioridad a la misma. Entre las actividades previas a la salida se destacan las exposiciones dialogadas (García y Bermúdez, 2018), talleres y entrevistas no estructuradas para despertar el interés y explicitar saberes previos (Rodríguez, 2017), aplicación de cuestionarios (Carbajal *et al.*, 2020), elaboración de ilustraciones (Fernandes y Miguel, 2017; Seniciato *et al.*, 2006), búsqueda bibliográfica para elaborar fichas de reconocimiento de especies vegetales (Perazzolo *et al.*, 2012), planteo de hipótesis (Iribarren *et al.*, 2013) y charlas con especialistas (Da Cunha y Aguirre, 2017). Asimismo, entre las actividades realizadas después de la salida educativa encontramos la evaluación de las hipótesis planteadas (Iribarren *et al.*, 2013), elaboración de nuevas ilustraciones (Fernandes y Miguel, 2017), crear y pintar murales (Rodríguez, 2017), y jornadas de reforestación (Perazzolo *et al.*, 2012). En efecto, tomar en cuenta las actividades realizadas más allá de la salida educativa

posibilita aprendizajes significativos al considerar los saberes previos, motivar la actividad en el lugar y realizar reflexiones posteriores sobre los aprendizajes, emociones y percepciones vivenciadas (Muratore y Elisondo, 2020).

En relación con los contenidos de BD que se abordan durante las salidas educativas, los trabajos de este *corpus* dejan entrever una enseñanza de tres tipos de contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales. Referido a los contenidos conceptuales, los trabajos incluyen el conocimiento de la fauna, la flora y las dinámicas de los ecosistemas, los componentes y atributos de la BD, adaptaciones de especies vegetales nativas, interacciones mutualistas, biogeografía, y conservación de biota local (García y Bermúdez, 2018; Baranzelli *et al.*, 2018; Borges *et al.*, 2020; Carbajal de Souza *et al.*, 2020; Fernandes y Miguel, 2017; Fuentealba *et al.*, 2017; Herrera, 2019; Iribarren *et al.*, 2013; Perazzolo *et al.*, 2012; Piñones y Zuleta, 2015; Polop, 2018; Rodríguez y Ruiz, 2019; Seniciato *et al.*, 2006).

Respecto a los contenidos procedimentales, se destacan algunos propios de la biología como el uso de claves dicotómicas, observación con binoculares, lupas y microscopios, construcción de árboles filogenéticos (García y Bermúdez, 2018; Da Cunha y Aguirre, 2017; Perazzolo *et al.*, 2012; Perasso y Perazzolo, 2015; Rodríguez, 2017), metodología para identificar ciclos reproductivos de aves (Piñones y Zuleta, 2015) y otras como registro fotográfico, esquemas, dibujos, planteo de hipótesis, etcétera (Polop, 2018). Por último, el abordaje de contenidos actitudinales contempla la toma de conciencia sobre valor de la vegetación nativa y el monte serrano, el valor de la ciencia y protección del patrimonio natural, la adquisición de criterios para preservar y conservar el ambiente y motivación hacia la protección de la BD (García y Bermúdez, 2018; Borges *et al.*, 2020; Fuentealba *et al.*, 2017; Iribarren *et al.*, 2013; Perasso y Perazzolo, 2015; Perazzolo *et al.*, 2012; Polop, 2018; Rodríguez y Ruiz, 2019; Seniciato *et al.*, 2006).

Otra tendencia identificada en los trabajos del *corpus* es el enfoque en la importancia de preservar el patrimonio natural (Carbajal *et al.*, 2020; De Sousa *et al.*, 2020; Fernandes y Miguel, 2017; Fuentealba *et al.*, 2017; García y Bermúdez, 2018; Iribarren *et al.*, 2013; Perasso y Perazzolo, 2015; Piñones y Zuleta, 2015; Rodríguez,

2017; Rodríguez y Ruiz, 2019). Este objetivo se persigue mediante actividades que buscan que las y los estudiantes reconozcan el entorno local, su flora y fauna, así como las problemáticas que atraviesan los ecosistemas locales. Dado que la BD es considerada patrimonio natural mundial y requiere ser conservada para las futuras generaciones (Reyes-Fornet *et al.*, 2020), la ENF surge como posibilitadora del contacto entre el estudiantado y el patrimonio natural, permitiendo que las y los jóvenes se apropien de él y desarrollen actitudes de preservación hacia la BD (Muratore y Elisondo, 2020).

Finalmente, destacamos para este corpus de trabajos el abordaje de cuestiones afectivas durante la ENF, es decir, cuestiones que incluyen a las emociones, sentimientos o el estado de ánimo (Dos Santos y Mortimer, 2003). Por ejemplo, algunas prácticas de enseñanza desarrolladas en las investigaciones propician una vinculación íntima y profunda con la naturaleza a través de lo sensorial y el disfrute estético (Perasso y Perazzolo, 2015), y otras, promueven acciones afectivas hacia el ambiente como plantar árboles (Perazzolo *et al.*, 2012). En algunos casos, se utilizan diferentes recursos (poesías, historias locales, mitos y leyendas) para activar saberes y expresiones como sentir la aventura, silencios, sorpresa, curiosidad o emoción (Polop, 2018). En este contexto, superar la dicotomía entre razón-emoción mediante la incorporación de aspectos afectivos en la enseñanza de la BD podría fomentar acciones de conservación tanto individuales como colectivas, facilitar aprendizajes significativos y duraderos (Bermúdez *et al.*, 2021), promover el desarrollo de habilidades sociales y colaborativas, y fortalecer la autoconfianza (Mann *et al.*, 2022).

DISCUSIÓN

Como primer punto crítico compartido, destacamos que la mayoría de los trabajos del *corpus* están orientados hacia un conocimiento científico occidental, con una perspectiva sesgada hacia enfoques biológicos-ecológicos, tal como fue registrado en Ottogalli y Bermúdez (2023) para publicaciones referidas a estrategias de enseñanza de la BD durante la formación del profesorado. A pesar de ello, destacamos que sólo unos pocos trabajos abordan otras dimensiones de

la BD como la sociocultural y la económico-política, tanto para las PC (Bermúdez *et al.*, 2022; Da Cunha y Aguirre, 2017; Iribarren *et al.*, 2013), como para ENF (García y Bermúdez, 2018; Orozco *et al.*, 2018; Perasso y Perazzolo, 2015; Polop, 2018). Al respecto, Bermúdez *et al.* (2022) concluyen que el conocimiento y los valores sobre BD, su conceptualización y los beneficios o las causas de su degradación se han limitado a enfoques centrados principalmente en una visión ecologista y antropocéntrica. Estas tendencias coinciden con los hallazgos en otras regiones (Ottogalli y Bermúdez, 2023; Fiebelkorn y Menzel, 2013; Orozco, 2017), y ponen de manifiesto la necesidad de que la enseñanza de la BD sea revisada y renovada para comprenderla desde una visión holística, que incluya aspectos culturales, socioeconómicos y cómo su pérdida afecta a todas las dimensiones (Ottogalli y Bermúdez, 2023; Castro *et al.*, 2021).

El segundo punto crítico común, refiere al nivel educativo al cual se destinan las propuestas de enseñanza sobre BD del corpus, hallando nulas producciones en el nivel superior (universitario y no universitario). Dado que investigaciones previas en la región (Ottogalli y Bermúdez, 2023) han revelado hallazgos similares, consideramos imperativo llevar a cabo más estudios en este nivel. La enseñanza de la BD en el nivel superior es esencial para formar profesionales capaces de educar a las futuras generaciones en el cuidado y respeto por la BD. Además, esto resulta relevante considerando que investigaciones previas han identificado diversas dificultades en los docentes al enseñar BD. Entre éstas se destaca la creencia de que el conocimiento disciplinar biológico es suficiente para la enseñanza del constructo desestimando los saberes pedagógico-didácticos, una tendencia a centrarse únicamente en la enseñanza del concepto (Fonseca, 2011) y la falta de experiencia y confianza por parte del profesorado para implementar actividades a la hora de enseñar BD (Lindemann-Matthies *et al.*, 2011).

PUNTOS CRÍTICOS ESPECÍFICOS

Prácticas científicas

El primer punto crítico de los trabajos relevados sobre PC refiere a la limitación en cuanto al nivel educativo abordado por las publicaciones, destinados principalmente al nivel secundario. Aunque hemos señalado la ausencia de estudios en el nivel superior, también se observa una carencia significativa en el nivel primario, con excepción de Orozco (2017). Estos resultados coinciden en parte con lo observado internacionalmente, donde el nivel secundario y universitario son los más estudiados en relación con este enfoque (Ferrés-Gourt, 2017). Así, entendemos que la ausencia de estas prácticas en el nivel primario puede deberse a una visión instalada de corte positivista sobre la ciencia y la actividad científica (Aduriz-Bravo y Ariza, 2013). De esta manera y para favorecer el uso de prácticas científicas en la enseñanza de la BD en todos los niveles educativos, consideramos que la introducción de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) genera un escenario propicio para el desarrollo de las mismas (Aduriz-Bravo y Ariza, 2013). Una propuesta innovadora para introducir PC mediante la NdC en el nivel primario, resulta la de Manassero-Mas y Vásquez-Alonso (2024), quienes proponen enseñar aspectos epistémicos al alumnado mediante juegos epistémicos centrados en la resolución de problemas auténticos y multidisciplinares, para lo que la BD resulta un constructo apropiado.

Uno de los retos de la alfabetización científica en la educación formal obligatoria es desarrollar el pensamiento crítico en la población (Puig y Jiménez-Aleixandre, 2022). Dicho pensamiento implica comprender en profundidad una problemática determinada, y para ello es necesario estudiarla en su complejidad, de manera que se involucren dimensiones no sólo científicas y técnicas, sino también sociales, económicas, ambientales, culturales, éticas, etcétera. (Solbes, 2013). Las problemáticas socioambientales centradas en la BD necesitan ser consideradas de esta forma integral, con el objeto de que las y los estudiantes desarrollen competencias argumentativas y reflexionen críticamente acerca de la intervención (acción) en dilemas sociales que demandan no sólo decisiones políticas e institucio-

nales, sino también personales, para el ejercicio de una ciudadanía basada en presupuestos de justicia medioambiental (De Freitas *et al.*, 2023)

Con base en lo anterior, las CSC proporcionan entornos favorables para promover el desarrollo de capacidades argumentativas y habilidades de pensamiento crítico, necesarias cuando existen posturas controvertidas sobre un tema en particular (Díaz y Jiménez, 2012), como es el caso de la BD. Sin embargo, dentro del *corpus* de investigaciones que abordan PC, se evidencia una ausencia de estudios que incluyan el abordaje de CSC. La enseñanza de la BD a partir de CSC favorece un aprendizaje integral del concepto, ya que requiere un análisis profundo para poder argumentar en la toma de decisiones (Bermúdez *et al.*, 2024). La necesidad de más trabajos que fomenten la argumentación y el pensamiento crítico a partir del abordaje de CSC en la enseñanza de la BD es evidente también en países fuera del contexto latinoamericano, donde las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes en CSC sobre BD son bajas y medias (Santika *et al.*, 2018).

El último punto crítico para los trabajos del *corpus* de PC refiere a la escasez de producciones vinculadas a la práctica de modelización; y los pocos que la incluyen (Cisnero y Bermúdez, 2022; Da Cunha y Aguirre, 2017), tienden a privilegiar una dimensión instrumental en la cual los modelos ya elaborados son proporcionados por el docente (Gilbert y Justi, 2016; Oliva, 2019). Sumado a esto, Bermúdez *et al.* (2021) señalan que las prácticas de modelización no son comunes en las aulas de ciencias y en menor medida lo son para el constructo de BD, anteponiendo en la mayoría de las ocasiones aspectos ilustrativos y limitando su riqueza epistemológica (Acher, 2014). Por lo tanto, especialistas en el área sugieren el abordaje de modelos y modelización desde perspectivas más actuales, tales como: 1) la enseñanza basada en la modelización, donde el estudiantado participe activamente en la modelización de una entidad determinada (Gilbert y Justi, 2016); 2) uso de la argumentación en la construcción, evaluación y reelaboración de modelos científicos (Martins, 2024); 3) secuencias de enseñanza donde se articulen diferentes PC para la generación, utilización y revisión de modelos (Couso, 2014) o el uso de ciclos de indagación y modelización (Jiménez-Liso *et al.*, 2022).

Educación en contextos no formales

El primer punto crítico derivado del análisis del *corpus* se relaciona con el verdadero potencial de las salidas educativas, el cual se alcanza cuando las mismas están conectadas con los objetivos y contenidos abordados en el aula (Foresto, 2023; Lee *et al.*, 2019; Morales y Valbuena, 2011). No fue posible detectar esta conexión en todos los trabajos, ya que algunos sólo desarrollaban la salida en sí misma (Borges *et al.*, 2020; De Sousa Ferreira *et al.*, 2020; Fuentealba *et al.*, 2017; Herrera, 2019; Polop, 2018), omitiendo, si es que lo hubiese, la conexión con los contenidos de la planificación para el aula. En ese sentido, compartimos con Muratore y Elisondo (2020), el señalamiento sobre que no necesariamente se alcanzan aprendizajes significativos por únicamente realizar salidas escolares, sobre todo si involucran actividades enmarcadas en prácticas tradicionales.

Por otra parte, hemos identificado solamente un trabajo que incorpora los museos, específicamente el espacio virtual. No obstante, la mención del museo es breve, ya que se integra como parte de una secuencia de actividades más amplia (Da Cunha y Aguirre, 2017). Resulta llamativa la ausencia de propuestas que incluyan los museos como parte de las salidas educativas, dado que éstos son considerados excelentes recursos educativos y culturales enfocados en el aprendizaje de conocimientos científicos (Bernal y Moral, 2022; Melgar *et al.*, 2018). Particularmente en el caso de museos donde se pueden abordar conocimientos relacionados con la BD, Bermúdez *et al.* (2022) señalan que facilitan un análisis temporal a partir de sus colecciones y ofrecen a los visitantes la oportunidad de conocer especies de otros lugares o difíciles de observar en la naturaleza. Además, históricamente los museos, a través de sus colecciones, han difundido representaciones e ideas sobre el ambiente, facilitando la reflexión sobre las relaciones entre individuos, sociedad y naturaleza que contribuyen al mantenimiento de la crisis socioambiental (Borrotto y Silva, 2022; Marandino y Díaz, 2011).

Además, si bien destacamos que algunos trabajos del *corpus* realizan salidas educativas a zoológicos (Orozco *et al.*, 2018) y exposiciones didácticas de zoología (De Sousa Ferreira *et al.*, 2020), ninguno de ellos expone los dilemas éticos que implican esos espacios. A

pesar de que diversos autores resaltan las potencialidades de los zoológicos para la enseñanza de la BD, como fomentar la comprensión de la interacción entre los animales y su entorno y el impacto positivo en la conservación de la fauna (Counsell *et al.*, 2020), también es necesario reconocer que estos espacios se encuentran involucrados en dilemas éticos. Estos dilemas giran en torno a la exposición de animales para fines recreativos, su cautiverio y el estrés que esto les puede generar, así como los espacios limitados en los que habitan, entre otros factores. Estos debates son comparables a la exposición de restos humanos en museos, ya que involucra cuestiones éticas, políticas, emocionales y científicas (Bermúdez *et al.*, 2021). Por tal motivo, abordar contenidos de BD en los zoológicos, aunque no exclusivamente, habilitaría el abordaje de CSC, ya que las problemáticas socioambientales están atravesadas por factores económicos, sociales y políticos que subyacen y condicionan las causas directas, como la caza y el tráfico de especies, que en algunos casos contribuyeron a dar forma a estos espacios y que han sido revisadas en la actualidad (Zavaro-Pérez, 2022).

CONCLUSIONES

Nos propusimos dar respuesta a la pregunta sobre cuál es la producción latinoamericana relacionada con las estrategias de enseñanza de la BD, en particular PC y ENF. Nuestros hallazgos evidenciaron la variedad de trabajos que incluyen estas estrategias para enseñar la BD y habilitaron a reflexionar sobre el aporte educativo de las mismas frente a la crisis socioambiental, posicionándolas como una alternativa eficaz para abordar la problemática de la BD. Además, las estrategias de PC y ENF fomentan un posicionamiento crítico de las relaciones entre el ser humano y la naturaleza, facilitando la comprensión de cómo dichas interacciones han contribuido a la actual crisis socioambiental.

Sugerimos una enseñanza multidimensional a través de PC y ENF, como una propuesta enriquecedora para mejorar la enseñanza de la BD. Esto permitiría superar las limitaciones de un enfoque biologicista e integrar otras dimensiones como la económico-política, filosófica y sociocultural, contribuyendo a la formación

de una ciudadanía comprometida con estilos de vida sostenibles y justos con el resto de los seres vivos. Además, creemos fundamental la promoción de la enseñanza de la BD en el nivel superior, dado que la formación de profesionales idóneos que puedan considerar este constructo, desde su complejidad, contribuirá a la formación de las futuras generaciones en su protección y conservación. De esta manera, exhortamos a los establecimientos educativos en general y las entidades ministeriales de educación en particular, a desarrollar propuestas curriculares que contemplen la enseñanza de una BD de forma holística, integrando diversas epistemologías e interacciones entre culturas y formas de vida (Bermúdez *et al.*, 2022). Esto permitirá ampliar los horizontes de enseñanza y comprensión de la BD desde enfoques no occidentales, con el objetivo de que los ciudadanos asuman un rol crítico frente a la crisis socioambiental que enfrenta nuestra sociedad y donde las estrategias de enseñanza de PC y ENF se presentan como herramientas valiosas en este proceso.

Finalmente, alentamos a la y los investigadores a compartir sus estudios con la comunidad internacional, con el fin de proporcionar información que pueda inspirar y contribuir a la búsqueda de soluciones a nivel global.

REFERENCIAS

- Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Técnica, Episteme y Didaxis: TED*, 36, 63-75. <https://doi.org/10.17227/01213814.36ted63.75>
- Aduriz-Bravo, A., y Ariza, Y. (2013). Las imágenes de ciencia y de científico. Una puerta de entrada a la naturaleza de la ciencia. En A. Aduriz-Bravo, M. Dibarboure y S. Ithurralde (coords.). *El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar* (pp. 13-20). Fondo Editorial que Educa.
- Baranzelli, M., Boero, L., Córdoba, S., Ferreiro, G., Maubecin, C., Paia-ro, V., Renny, M., Rocamundi, N., Sazatornil, F., Sosa-Pivatto, M., y Soterías, F. (2018). Socios por naturaleza: una propuesta didáctica para comprender la importancia de la interacción mutualista entre las flores y sus polinizadores. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 181-200. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2239>

- Bermúdez, G., Cisnero, K. G., y García, L. P. (2021). BIODiMod: A dialogic process of making sense of biodiversity through modelling-based teaching in secondary education. En O. Levrini y G. Tasquier (eds.), *Electronic Proceeding of the ESERA 2019 Conference. Part 5*, (pp. 640-650). Alma Mater Studiorum-University of Bologna.
- Bermúdez, G., García, L. P., y Cisnero, K. G. (2020). Didáctica de las ciencias naturales para una ciudadanía crítica y democrática. Reflexiones y prácticas en el contexto de problemáticas sociocientíficas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 22, e16190. <https://doi.org/10.1590/21172020210132>
- Bermúdez, G., García, L. P., y Ottogalli, M. E. (2024). Prácticas de argumentación para la enseñanza y el aprendizaje de la Biodiversidad: una investigación basada en el diseño. *Investigações em Ensino de Ciências*, 29(2), 425-459. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2024v29n2p425>
- Bermúdez, G. M. A., Pérez-Mesa, R., y Ottogalli, M. E. (2022). Biodiversity knowledge and conceptions in Latin American: Towards an integrative new perspective for education research and practice. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 10(1), 175-217. <https://doi.org/10.46328/ijemst.2105>
- Bermúdez, G. M. A., y Ottogalli, M. E. (2024). Principios de complejidad para la planificación de contenidos y objetivos de unidades didácticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 55, 152-171. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18734>
- Bernal, E., y Moral, F. (2022). Los Museos de Ciencias como recurso didáctico para la Educación Secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (42), 65-80. <http://doi.org/10.7203/DCES.42.19126>
- Borges, P., Porto, M., y Simião-Ferreira, J. (2020). Ensino de ciências em ambientes não-formais: estratégias para popularização da biodiversidade do cerrado. *Revista Areté. Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 14(28), 85-97. <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riueal/3276>
- Borroto, I. (2024). Educomunicación y sociocomunicación en el museo: exposición, saberes ambientales y colaboración. *Investigações em Ensino de Ciências*, 29(2), 408-424. <http://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2024v29n2p408>

- Borroto, I., y Silva, A. (2022). Reflexiones sobre la Educación Ambiental en el espacio expositivo del museo de historia natural. *Revista Educação em Questão*, 60(64). <http://doi.org/10.21680/1981-1802.2022v60n64ID29153>
- Camargo, G., y Motokane, M. (2018) Interações discursivas e práticas epistêmicas em uma aula investigativa sobre biodiversidade. *Revista de Educação en Biología*, 18(núm. ext.), 408-418. <http://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/387>
- Carbajal, F., Terán, A., Rivera, R., y Botelho, S. (2020). Proposta didáctica sobre animais ameaçados de extinção da fauna amazônica no ensino fundamental. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 8(2), 477-496. <http://doi.org/10.26571/reamec.v8i2.9472>
- Castro, J., Valbuena U., Escobar-Gil, G., Roa-Acosta, R., y López-Roa, L. (2021). Multidimensionalidad de la biodiversidad. Aportes a la formación inicial de profesores de biología en Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (50), 131-148. <https://doi.org/10.17227/ted.num50-11978>
- Chamizo, J. (2007). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(01), 133-146, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/87866>
- Cisnero, K. G., y Bermúdez, G. M. A. (2022). El huerto escolar agroecológico como recurso de enseñanza y escenario de aprendizaje en una escuela primaria de Córdoba, Argentina: experiencia de un proyecto de extensión universitaria. *Revista de Educación en Biología*, 25(2), 42-57. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v25.n2.35426>
- Counsell, G., Moon, A., Littlehales, C., Brooks, H., Bridges, E., y Moss, A. (2020). Evaluating an in-school zoo education programme: An analysis of attitudes and learning: Evaluation of zoo education. *Journal of Zoo and Aquarium Research*, 8(2), 99-106. <https://doi.org/10.19227/jzar.v8i2.439>
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva, Andalucía. <https://encuentrodedidcticadelamatemticayciencias.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/12/couso-2014.pdf>

- Crujeiras-Pérez, B., Martín-Gamez, C., Díaz-Moreno, N., y Fernández-Oliveras, A. (2020). Trabajar la argumentación a través de un juego de rol: ¿debemos instalar el cementerio nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 125-142 <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2888>
- Da Cunha, M., y Aguirre, S. (2017). Reconstruir ambientes: Estrategia innovadora para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Pehuén-có (Buenos Aires, Argentina). *Revista de Educación en Biología*, 20(1), 99-111. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22500>
- De Freitas, A., Do Nascimento, L., de Castro, R., Motokane, M., y Reis, P. (2023). Biodiversity and Citizenship in an Argumentative Socioscientific Process. *Sustainability*, 15(4), 2987. <https://doi.org/10.3390/su15042987>
- De Sousa, L., Dos Santos, M., Silva, M., y Santori, R. (2020). Percepções de estudantes do ensino fundamental sobre uma exposição didática de zoologia. *Bio-grafia*, 13(24). <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.12.num24-10367>
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H., Agard, J., Arneith, A., Balvanera, P., Brauman, K., Butchart, S., Chan, K., Garibaldi, L., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S., Midgley, G., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., ... y Zayas, C. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, 366(6471), eaax3100. <https://doi.org/10.1126/science.aax3100>
- Díaz, N., y Jiménez-Liso, M. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70. <http://rodin.uca.es:8081/xmlui/handle/10498/14624>
- Dos Santos, F., y Mortimer, E. (2003). How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1095-1110. <http://dx.doi.org/10.1080/0950069032000052216>
- Erduran, S. (2006). Promoting ideas, evidence and argument in initial science teacher training. *School Science Review*, 87, 45-50. https://www.academia.edu/744317/Promoting_ideas_evidence_and_argument_in_initial_science_teacher_training

- Escalón, E., y González, E. (2017). La escuela como actor social en las luchas contra el extractivismo. Prácticas político-pedagógicas desde la educación comunitaria en Oaxaca, México. Diálogos sobre educación. *Temas actuales en investigación educativa*, 8(15), 1-28. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-21712017000100004&script=sci_arttext
- Evagorou, M., y Osborne, J. (2013). Exploring Young Students' Collaborative Argumentation Within a Socioscientific Issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 209-237. <https://doi.org/10.1002/tea.21076>
- Fernandes, D., y Miguel, J. (2017). Contribuições de uma aula de campo para a aprendizagem de conhecimentos científicos nos anos iniciais do ensino fundamental. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 13(28), 64-77. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6318119>
- Ferrés-Gourt, C. (2017). El reto de plantear preguntas científicas investigables. *Revista Eureka*, 14(2), 410-426. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.09
- Fiebelkorn, F., y Menzel, S. (2013). Student teachers' understanding of the terminology, distribution, and loss of biodiversity: perspectives from a biodiversity hotspot and an industrialized country. *Research in Science Education*, 43(4), 1593-1615. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9323-0>
- Fonseca, G. (2011). El conocimiento didáctico del contenido del concepto de biodiversidad en profesores en formación de biología. *Bio-grafía*, (núm. ext.), 401-412. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia401.412>
- Foresto, E. (2023). Más allá del aula: Los Jardines Botánicos como recursos educativos y contextos de aprendizaje. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 43, 107-121. <https://doi.org/10.7203/dces.43.20256>
- Fuentealba, M., Marín-Isamit, F., Castillo, F., y Roco-Fuentes, L. (2017). Análisis de la experiencia pedagógica: campamento EXPLORA ¡Chile VA! Valorando la biodiversidad maquina. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(1), 1-25. <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v17i1.27211>
- García, L. P., y Bermúdez, G. M. A. (2018). Salidas de campo para la enseñanza de la biodiversidad. Una oportunidad para incentivar el co-

- nocimiento y valoración del medio ambiente. *Revista de Educación en Biología*, 1(núm. ex.), 555-563. <http://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/408>
- García-Carmona, A. (2021). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1108. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1108
- García-Martínez, A., Hernández-Barbosa, R., y Abella-Peña, L. (2018). Diseño del trabajo de aula: Un proceso fundamental hacia la profesionalización de la acción docente. *Revista Científica*, 33(3), 316-331. <https://doi.org/10.14483/23448350.12623>
- Gilbert, J., y Justi, R. (2016). Approaches to Modelling-Based Teaching. En J. K. Gilbert y R. Justi (eds.), *Modelling-Based Teaching in Science Education* (pp. 57-80). Springer.
- Gómez, M. (2022). Estado del arte sobre la educación en museos (2000-2020): Demarcación de un estudio acerca de los procesos comunicativos en museos de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (52), 267-282. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/13909>
- Herrera, L. (2019). Saberes acerca de la biodiversidad en un escenario de educación no convencional. *Bio-grafía*, 12(22), 55-66. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.11.num22-11593>
- Iribarren, L., Josiowicz, R., y Bonan, L. (2013). Educación para la conservación: realización de campamentos científicos en una reserva ecológica. *Revista de Educación en Biología*, 16(2), 78-88. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22400>
- Jaureguiberry, P., Titeux, N., Wiemers, M., Bowler, D. E., Coscieme, L., Golden, A., Guerra, C., Jacob, U., Takahashi, Y., Settele, J., Díaz, S., Molnár, Z., y Purvis, A. (2022). The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. *Science Advances*, 8(45), eabm9982. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abm9982>
- Jiménez-Aleixandre, M., y Crujeiras, B. (2017). Epistemic practices and scientific practices in science education. En K. S. Taber y B. Akpan (eds.), *Science Education* (pp. 69-80). Sense.
- Jiménez-Liso, M., Bellocchi, A., Martínez-Chico, M., y López-Gay, R. (2022). A Model-Based Inquiry Sequence as a Heuristic to Evaluate

- Students' Emotional, Behavioural, and Cognitive Engagement. *Research in Science Education*, 52, 1313-1334. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10010-0>
- Lee, Y., Grace, M., Rietdijk, W., y Lui, Y. (2019). A cross-cultural, cross-age, and cross-gender study of Hong Kong and UK secondary students' decision making about a biological conservation issue. *International Journal of Science Education*, 41(18), 2696-2715. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1693662>
- Lindemann-Matthies, P., Constantinou, C., Lehnert, H.J., Nagel, U., Raper, G. y Kadji-Beltran, G. (2011). Confidence and perceived competence of preservice teachers to implement biodiversity education in primary schools: Four comparative case studies from Europe. *International Journal of Science Education*, 33(16), 2247-2273. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2010.547534>
- Manassero-Mas, M., y Vázquez-Alonso, Á. (2024). El impacto de los juegos epistémicos para aprender sobre naturaleza de la ciencia en primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 42(2), 173-195. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5946>
- Mann, J., Gray, T., Truong, S., Brymer, E., Passy, R., Ho, S., Sahlberg, P., Ward, K., Bentsen, P., Curry, C., y Cowper, R. (2022). Getting out of the classroom and into nature: a systematic review of nature-specific outdoor learning on school Children's learning and development. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.877058>
- Marandino, M., y Díaz, P. (2011). La biodiversidad en exposiciones inmersivas de museos de ciencias: implicaciones para educación en museos. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(2), 221-236. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n2.499>
- Martins, M. (2024). Analysis of High School Students' Argumentative Dialogues in Different Modelling Situations. *Science y Education*, 33, 175-212. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00372-w>
- Martínez-Silva, M., Cruz-Sánchez, G., y Aparicio-Cid, R. (2021). La educación científica infantil con perspectiva ecológica y social para la formación de ciudadanías participativas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 35-50. <https://doi.org/10.35362/rie8724608>
- Melgar, M., Donolo, D., y Elisondo, R. (2018). Experiencias en museos: zonas educativas posibles. *Edetania. Estudios y Propuestas Socioeducativas*, 10(1), 1-12. <https://doi.org/10.24215/1666-1996.2018.10.1>

- tivos*, (53), 241-256. <https://revistas.ucv.es/edetania/index.php/Edetania/article/view/333>
- Morales, D., y Valbuena, U. (2011). Las visitas a museos de ciencias y su relación con la escuela. Una revisión documental. *Bio-grafía*, (núm. ext.), 413-424. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia413.424>
- Morentin, M., y Guisasaola, J. (2015). The role of science museum field trips in the primary teacher preparation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 965-990. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-014-9522-4>
- Motokane, M. (2015). Secuencias Didácticas Investigativas y Argumentación en la Enseñanza de la Ecología. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 17(núm. esp.), 115-138. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s07>.
- Motokane, M., Castro, R., y Camargo, G. (2016). A argumentação em uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, 9(2016), 2244-2255. https://www.researchgate.net/publication/320106896_A_argumentacao_em_uma_sequencia_didatica_investigativa_sobre_biodiversidade
- Muratore, M., y Elisondo, R. (2020). Innovar viajando: perspectivas de docentes y estudiantes con respecto a los viajes educativos. *Innovación Educativa*, 20(84), 77-101. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/145590>
- Oliva, J. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Orozco, M. (2017). O ensino da biodiversidade: tendências e desafios nas experiências pedagógicas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 12(2), 173-185. <https://doi.org/10.14483/23464712.11599>
- Orozco M., Ferreira-Peruquetti, P., y de Carvalho, Y. (2018). Caracterización cuantitativa y cualitativa de evidencias de aprendizaje por parte de público escolar en la exposición itinerante “Animales de la Amazonía: conocer para preservar”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 310601-310619. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3106
- Osborne, J., Erduran, S., y Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 994-1020. <http://doi.org/10.1002/tea.20035>.

- Ottogalli, M. E., y Bermúdez, G. M. A. (2023). Estrategias de enseñanza de la biodiversidad para la formación del profesorado en Latinoamérica. *Bio-grafía*, 16(30), 106-120. <https://doi.org/10.17227/biografia.vol.16.num30-17824>
- Perasso, M., y Perazzolo, D. (2015). Educación ambiental no formal en bosques urbanos: un aula verde en la ciudad de Córdoba. En G. M. A. Bermudez, y A. L. De Longhi (eds.), *Retos para la Enseñanza de la Biodiversidad Hoy. Aportes para la Formación Docente* (pp. 363-375). Universidad Nacional de Córdoba.
- Perazzolo, D., Eynard, C., Perasso, M., y Salia, F. (2012). Reverdeciendo el Espinal. Una experiencia educativa que vincula la escuela, la universidad y el Jardín Botánico. *Diálogos Pedagógicos*, 10(20), 157-161. <http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/dialogos/article/view/21>
- Pérez, M. (2019). Concepciones de biodiversidad y prácticas de cuidado de la vida desde una perspectiva cultural. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (45), 17-34. <https://doi.org/10.17227/ted.num45-983>
- Piñones, C., y Zuleta, C. (2015). Conociendo las aves y los humedales del desierto costero de Chile: experiencias con una academia escolar en los vilos. *Bio-grafía*, 8(15), 136-147. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.8num.15bio-grafia136.147>
- Polop, F. (2018). El desafío de aprender en aulas abiertas: una propuesta de aprendizaje vivencial y contextual. *Revista de Educación en Biología*, 21(1), 62-73. <https://core.ac.uk/download/pdf/334408461.pdf>
- Prego, N., y Puig, B. (2016). Modelizar la expresión de los genes para el aprendizaje de enfermedades genéticas en secundaria. *Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(1), 65-84. <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180104>
- Puig, B., y Jiménez-Aleixandre, M. (2022). The integration of critical thinking in biology and environmental education. Contributions and further directions. En M.P. Jiménez-Aleixandre, y B. Puig (eds.), *Critical Thinking in Biology and Environmental Education: Facing Challenges in a Post-Truth World* (pp. 269-276). Springer.
- Reyes-Fornet, A., García, J., Igarza, L., y Hernández, E. (2020). Modelo conceptual del patrimonio natural en la gestión ambiental para la conservación de ecosistemas. *Ecosistemas*, 29(2), 2003. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2003>

- Rodríguez, D. (2017). Sobrevolando el mundo de las aves: una estrategia en la enseñanza y la conservación de las aves. *Bio-grafia*, 10(18), 63-73. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.10num.18bio-grafia63.73>
- Rodríguez, F., y Ruiz, V. (2019). Reconocimiento de la biodiversidad del entorno, a través de las salidas de campo, como estrategia de aprendizaje de las ciencias utilizando el enfoque de la enseñanza para la comprensión. caso: parque ecológico distrital humedal Santa María del Lago. *Bio-grafia*, (núm. ext.), 372-385. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/10868>
- Santika, A., Purwianingsih, W., y Nuraeni, E. (2018). Analysis of students critical thinking skills in socio-scientific issues of biodiversity subject. *Journal of Physics*, 1013(1), 012004. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012004>
- Seniciato, T., Silva, P., y Cavassan, O. (2006). Construindo valores estéticos nas aulas de ciências desenvolvidas em ambientes naturais. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 8(02), 119-131. <https://doi.org/10.1590/1983-21172006080202>
- Sepúlveda, J., y Véliz, J. (2013). Coherencia entre las estrategias didácticas y las creencias curriculares de los docentes de segundo ciclo, a partir de las actividades didácticas. *Perfiles Educativos*, 35(139), 25-39. [https://doi.org/10.1016/S0185-2698\(13\)71807-5](https://doi.org/10.1016/S0185-2698(13)71807-5)
- Silva, T., de Castro, R., y Motokane, M. (2018). Os diferentes gêneros textuais e a promoção da alfabetização científica: análise de uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade. *Revista Ciências y Ideias*, 9(2), 155-169. <http://dx.doi.org/10.22407/2176-1477/2018.v9i2.876>
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 1-10. <https://www.re-dalyc.org/pdf/920/92025707009.pdf>
- Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Península.
- Vázquez-Alonso, A., y Manassero-Mas, M. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 309-336 https://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen17/REEC_17_2_02_ex1065.pdf

- Yamada, M., y Motokane, M. (2013). Alfabetização Científica: apropriações discursivas no desenvolvimento da escrita de alunos em aula de Ecologia. *Revista Práxis*, 5(10), 29-40. <https://doi.org/10.25119/praxis-5-10-581>
- Yli-Panula, E., Jeronen, E., Lemmetty, P. y Pauna, A. (2018). Teaching methods in biology promoting biodiversity education. *Sustainability*, 10(10), 3812. <http://doi.org/10.3390/su10103812>
- Zavaro-Pérez, C. (2022). Naturaleza ex situ: arcas de la biodiversidad. Letras Verdes. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (31), 42-58. <http://doi.org/10.17141/letrasverdes.31.2022.4870>