



Fotografía
Rafael Humberto González Moreno

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA DE LA BIODIVERSIDAD PARA LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN LATINOAMÉRICA

Biodiversity Teaching Strategies for Teacher Training in Latin America

Estratégias de ensino da biodiversidade para a formação de professores na América Latina

María Emilia Ottogalli* 
Gonzalo Miguel Ángel-Bermudez** 

Fecha de recepción: 22 de junio del 2022
Fecha de aprobación: 6 de septiembre del 2022

Cómo citar:

Ottogalli, M. E. y Ángel Bermudez, G. M. (2023). Estrategias de enseñanza de la biodiversidad para la formación del profesorado en Latinoamericana. *Bio-grafía*, 16(30), 108-123. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.16.num30-17824>

Resumen

La biodiversidad es de gran importancia para los seres humanos porque gran parte de los beneficios que obtenemos de los ecosistemas dependen de la presencia, abundancia e interacciones de los seres vivos que los componen. El deterioro sin precedentes de la biodiversidad y las problemáticas ambientales derivadas de su alarmante y acelerada pérdida hacen que este constructo transversal cobre relevancia tanto para el ámbito científico como para el educativo, especialmente en la formación docente. Desde una perspectiva enfocada en las prácticas pedagógicas, reconocemos que las estrategias de enseñanza de la biodiversidad ponen en acción los saberes del profesorado para mediar con los procesos de aprendizaje de sus estudiantes. Por ello, el objetivo de este artículo es recopilar y sintetizar investigaciones que desarrollen estrategias para la enseñanza de la biodiversidad desde el conocimiento científico convencional con docentes en ejercicio y en formación inicial en Latinoamérica (entre el 2004 y el 2020). Las tendencias y los puntos críticos de los hallazgos indican una abundancia de estudios en la región, con predominancia de contribuciones provenientes de Brasil, Colombia y Argentina, y una ligera mayoría de los llevados a cabo con docentes en Formación Inicial. Finalmente, aportamos algunas conclusiones e implicancias para la formación docente, las prácticas de enseñanza y la investigación educativa

Palabras clave: biodiversidad; estrategias de enseñanza; formación docente; Latinoamérica

* Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet). emilia.ottogalli@unc.edu.ar

** Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet). gbermudez@unc.edu.ar

Abstract

Biodiversity is of utmost importance to human beings because a large part of the benefits we obtain from ecosystems depend on the presence, abundance and interactions of the living beings. The unprecedented deterioration of biodiversity and the environmental problems derived from its alarming and accelerated loss make this crosscutting construct relevant both for the scientific and educational fields, especially in teacher training. From a didactic perspective and with a focus on pedagogical practices, we recognize that biodiversity teaching strategies put into action the knowledge of teachers that mediate in the learning processes of their students. Therefore, the objective of this paper is to compile and synthesize research that develops strategies for teaching biodiversity from conventional scientific knowledge with in-service and preservice teachers (student teachers) in Latin America (between 2004 and 2020). The trends and critical issues of the findings indicate an abundance of studies in the region, with a predominance of contributions from Brazil, Colombia and Argentina, and a slight majority of those carried out with preservice teachers. Finally, we provide some conclusions and implications for teacher training, teaching practices and educational research.

Keywords: biodiversity; teaching strategies; teacher training; Latin America

Resumo

A biodiversidade é de grande importância para o ser humano, pois grande parte dos benefícios que obtemos dos ecossistemas depende da presença, abundância e interações dos seres vivos que os compõem. A deterioração sem precedentes da biodiversidade e os problemas ambientais derivados de sua perda alarmante e acelerada tornam essa construção transversal de forma relevante tanto para o campo científico quanto para o educacional, especialmente na formação de professores. Numa perspectiva didática e voltada para as práticas pedagógicas, reconhecemos que as estratégias de ensino da biodiversidade colocam em ação os saberes dos professores para mediar os processos de aprendizagem de seus alunos. Por isso, o objetivo deste artigo é compilar e sintetizar pesquisas que desenvolvam estratégias para o ensino da biodiversidade a partir do conhecimento científico convencional com professores em prática e em formação inicial na América Latina (entre os anos de 2004 e 2020). As tendências e os pontos críticos dos resultados indicam uma abundância de estudos na região, com predominância de contribuições no Brasil, Colômbia e Argentina, e uma ligeira maioria daqueles realizados com professores em formação inicial. Finalmente, apresentamos algumas conclusões e implicações para a formação de professores, práticas de ensino e a pesquisa educacional.

Palavras-chave: biodiversidade; estratégias de ensino; formação de professores; América Latina



Introducción

La biodiversidad (forma sintética de denominar a la diversidad biológica) es importante para los seres humanos porque gran parte de los beneficios que obtenemos de los ecosistemas (agua y alimentos, control del clima y enfermedades, generación de la fertilidad, valor espiritual, recreacional o estético) depende de la presencia, abundancia e interacciones de los seres vivos que los componen y porque, además, aporta beneficios que tienen que ver con los sentimientos que provocan diferentes especies o paisajes (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2015). Por otro lado, la biodiversidad (BD) representa actualmente un tema de interés para la sociedad por las problemáticas que emergen a consecuencia del deterioro de las relaciones entre los ecosistemas y los seres humanos (Bermudez y De Longhi, 2015; Santos y Salcedo, 2014), así como la erosión de los conocimientos ancestrales (Maffi, 2005; Toledo y Barrera-Bassols, 2008 citados en Pérez Mesa, 2019).

La BD es un concepto estructurante de la biología que ha atravesado un proceso de construcción y revisión de su significado a lo largo de la historia (Bermudez *et al.*, 2021). Actualmente, la BD ha adquirido alcances más amplios que los que la circunscriben a la diversidad de especies, incluso trascendiendo las esferas científicas para integrarse en las discusiones socio-políticas, educativas y culturales (Díaz *et al.*, 2015). Así, acordamos con la definición enunciada en el 2015 por la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES, por su sigla en inglés), que define la *biodiversidad* como

La variabilidad de los organismos vivos a todos los niveles, incluyendo, entre otros, ecosistemas terrestres, marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte. Esto incluye variación en las características genéticas, fenotípicas, filogenéticas y funcionales, como así también cambios en abundancia y distribución en el tiempo y el espacio dentro y entre especies, comunidades biológicas y ecosistemas. (Díaz *et al.*, 2015, p. 12)

Por otro lado, partiendo de analizar las principales características epistemológicas que identifican la BD, Castro Moreno *et al.* (2021) proponen cinco dimensiones que la configuran como problema de conocimiento. Estas dimensiones son: 1) *biológica*, definida por algunos elementos como los niveles y atributos de la BD, parámetros de medición y el reconocimiento de su carácter dinámico; 2) *económico-política*, referida a la influencia de las políticas instauradas por gobernantes u organismos internacionales en las relaciones de los seres humanos

con la BD y en las concepciones de la BD como recurso económico; 3) *filosófica*, que contempla ciertas categorías como la ética, en particular la ambiental, ontológica que favorece multidimensionalidad de la BD y epistemológica que reconoce el dinamismo de la BD tanto como sus dimensiones sociales y culturales; 4) *sociocultural*, que relaciona lo biológico, social y cultural, y que comprende diferentes categorías (conocimiento ancestral/tradicional y de occidente, territorio, biocultura, y el rol de la mujer con relación al uso y conservación de BD); y 5) *educativa*, que se configura en la articulación de los aportes de las otras dimensiones, principalmente en sus implicancias en la educación y contribuye a comprender la BD y nuestros compromisos para con ella, involucrando el desarrollo de currículos que vinculen diferentes conocimientos (locales, globales, tradicionales, ancestrales y científicos) y que permitan establecer diálogos entre lo biológico y cultural. Este enfoque multidimensional de la BD permitiría entenderla como un constructo complejo, construido a partir de los aportes de diferentes áreas o campos de conocimiento y por el cual el profesorado es interpelado a actuar en los diferentes niveles educativos y contextos no formales (Castro Moreno *et al.*, 2021).

Sin embargo, advertimos que muchas de las propuestas que se hacen sobre la enseñanza de la BD están orientadas a un conocimiento científico occidental, con una mirada sesgada a enfoques biológicos-ecológicos, alejados de las realidades cotidianas de los docentes y sus espacios de enseñanza (Bermudez *et al.*, 2021; 2022). En esta línea, Castro Moreno *et al.* (2021) analizaron 76 *syllabuses* (instrumento para planificar clases y comunicar los contenidos, objetivos, finalidades de enseñanza, etc.) de programas de formación docente en Colombia e identificaron que la dimensión de la BD desarrollada mayormente era la biológica, con predominio de perspectivas taxonómicas y evolutivas, seguida por diferentes niveles de profundidad para la dimensión sociocultural. Así, entendemos que la enseñanza de la BD es un área que plantea desafíos que demandan una formación del profesorado que aporte a la comprensión de este constructo de manera integral, que permita a los docentes problematizar situaciones relacionadas con la BD local y ofrezca oportunidades de trabajo para incluir dichas estrategias en sus futuras planificaciones (Orozco Marín, 2017). Sin embargo, son muy pocos los docentes que reciben formación para la enseñanza de la BD y, menos aún, acerca de estrategias didácticas para llevarla a cabo de manera significativa (Borras Ramírez *et al.*, 2021).

Al referirnos al término *estrategias*, lo hacemos desde una perspectiva didáctica y enfocados en el objeto de estudio de esta disciplina, es decir, las prácticas de la enseñanza. Desde allí, reconocemos que las situaciones

de clase transcurren guiadas por secuencias de actividades, organizadas en torno a estrategias de enseñanza. Estas delimitan un contexto que da sentido y finalidad a un conjunto de actividades (De Longhi, 2015) y se definen por las decisiones que toman los profesores sobre cómo enseñar un contenido para promover el aprendizaje de sus alumnos (Anijovich y Mora, 2014). Aunque Camilloni (1998) sostiene que la relación entre los contenidos que se enseñan y las estrategias para abordarlos es tan fuerte que puede decirse que son inescindibles, De Longhi (2015) afirma que una estrategia es diferente de otra ya sea por el contenido que se aborda (por ejemplo, evolución, célula, etc.), el tipo de actividades que se proponen para llevarlas a cabo, o el contexto en donde se implementan, entre otras variables. Respecto a las estrategias para la enseñanza de la BD, Orozco Marín (2017) y Yli-Panula *et al.* (2018) han revisado las tendencias y desafíos que involucran estas actividades, así como los procesos cognitivos que demandan. Sin embargo, según nuestro conocimiento, hasta la fecha no se han realizado revisiones sobre las estrategias de enseñanza de la BD destinadas a la formación docente inicial y continua.

Con base en lo anterior, en este trabajo nos propusimos recopilar y sintetizar las diferentes investigaciones que abordan estrategias desarrolladas para la enseñanza de la BD desde el conocimiento científico occidental, con docentes en ejercicio y en formación en Latinoamérica. En la presente contribución nos limitamos a analizar las estrategias formativas desde disciplinas de las ciencias naturales convencionales como la biología y ecología por una razón de extensión. Esperamos que este artículo ayude a reconsiderar la importancia de la formación inicial y continua del profesorado en nuestros países y a renovar las propuestas de enseñanza de la BD a partir de las tendencias y puntos críticos hallados.

Materiales y métodos

Abordamos la investigación desde un enfoque hermenéutico-interpretativo a través de revisiones documentales que buscan configurar categorías de análisis en torno al abordaje de la biodiversidad en los procesos educativos. Para ello, tomamos algunas pautas indicadas por Pérez Mesa (2013), Fonseca Amaya (2017) y Orozco Marín (2017) respecto a la búsqueda, selección de fuentes bibliográficas y desarrollos conceptuales en los campos de la enseñanza de las ciencias y el estudio intercultural, y consideramos como pregunta orientadora de esta investigación: ¿Cuál es la producción científica relacionada con los estudios sobre las estrategias para enseñar la BD en la formación docente inicial y continua en diferentes contextos educativos latinoamericanos? Siguiendo el procedimiento indicado en Bermudez *et al.* (2022), rea-

lizamos una revisión de artículos 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/>), Biblioteca Científica Electrónica en Línea (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 área de la enseñanza de las ciencias, que en ocasiones, aunque están indexadas en portales científicos bien establecidos, como Latindex (<https://www.latindex.org/latindex/inicio>), las colecciones de artículos no están incluidas o solo parcialmente en las bases de datos mencionadas (por ejemplo, *Revista de Educación en Biología*, <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia>, <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia>). Además, consideramos necesario incorporar la producción académica escrita en las actas de congresos relacionados con las tendencias de investigación en educación científica y formación docente que se publican como números extra/volumenes de revistas arbitradas regionales, debido a que los esfuerzos de estos autores rara vez lograrán ser fundamentados en artículos científicos (ej. Actas del Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y Educación Ambiental-Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología, publicada en la revista *Bio-grafía*, <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/index>, y Memorias de las XIV Jornadas Nacionales y IX Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología-La interdisciplina en la enseñanza de la Biología. Propuestas y tendencias curriculares actuales, publicadas en la *Revista de Educación en Biología*, <http://www.congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos>).

Asimismo, algunos libros arbitrados fueron incluidos en el análisis documental según los mismos principios. Con el fin de relevar las producciones más recientes, el marco temporal elegido para la búsqueda de documentos fue 2004-2020. Los hallazgos relacionados con temas como conocimientos y concepciones de docentes y estudiantes sobre la BD, tanto desde el saber científico convencional como desde la interculturalidad, han sido publicados en Bermudez *et al.* (2022).

Para la presente contribución se revisaron más de doscientos artículos, de los cuales se realizó una clasificación inicial y se sistematizaron los 52 que resultaron relevantes para esta investigación utilizando los siguientes datos: autores y año de publicación, país y grupo estudiado y contribución principal. Con esto en mente, luego de un proceso de diálogo entre los autores y la literatura, obtuvimos un sistema de categorías y subcategorías que 1) representan, en su más amplio espectro, la producción regional relacionada

con la educación en biodiversidad; 2) reflejan las propiedades y la logística de la producción académica de las revistas latinoamericanas, que suelen publicar en acceso abierto y se incluyen en bases de datos regionales e iberoamericanas (por ejemplo, Scielo, Redalyc, Dialnet, etc.); 3) establecen puentes innovadores con una audiencia de publicaciones en inglés, español y portugués y, de esta manera, proporcionan conexiones y visibilidad a redes internacionales de investigadores y revistas académicas; 4) emergen inductivamente del reconocimiento por parte de autores y colaboradores “en el campo” de las instituciones, tradiciones y métodos de producción, comunicación, circulación y difusión de las prácticas educativas y de investigación de la BD en América Latina.

A continuación, proponemos la discusión de tendencias y puntos críticos de nuestro sistema de categoría, los que fueron puestos en diálogo con investigaciones tanto del contexto latinoamericano como de otras regiones, así como contribuciones más recientes de la ventana temporal investigada.

Resultados y discusión

En la Figura 1 presentamos un esquema de las categorías y subcategorías que resume los aportes de este trabajo, distinguiendo los escenarios educativos institucionales para la formación docente desde el conocimiento científico convencional según los destinatarios: docentes en formación inicial y docentes en ejercicio (formación continua).

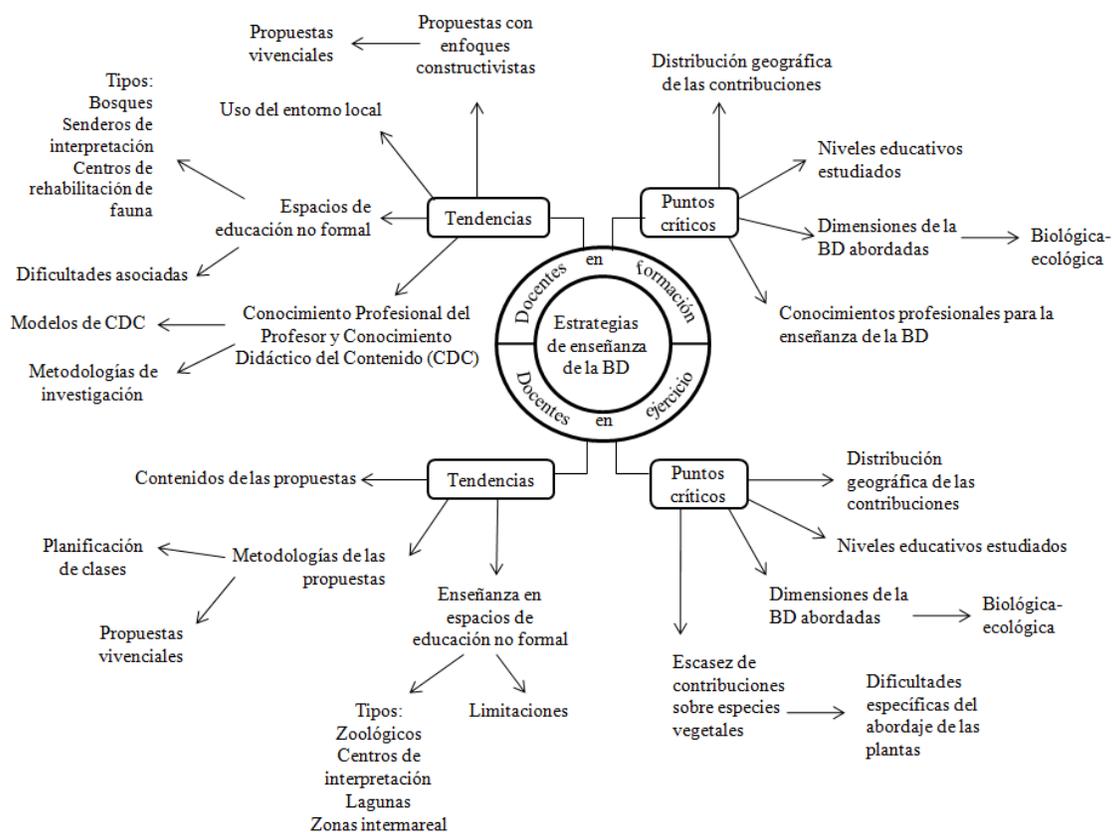


Figura 1. Esquema de categorías y subcategorías derivadas del análisis de los trabajos

Fuente: elaboración propia.

Docentes en formación inicial

Tendencias

Entre las propuestas formativas, identificamos como una tendencia la presencia de enfoques alejados de las formas de enseñanza tradicional, que se acercan a otros

más constructivistas. Estas instancias involucran a los docentes en formación en actividades de enseñanza superadoras de la transmisión oral de conocimientos teóricos para su posterior aplicación en el aula (Rivarosa *et al.*, 2016; Tetzlaff y Villareal, 2018; Urcelay *et al.*, 2015). Estas propuestas promueven una experiencia vivencial en donde los docentes en formación experimentan

actividades que les permiten construir conocimiento científico escolar a partir de la formulación de preguntas sobre entornos o situaciones cotidianas (Rivarosa *et al.*, 2016). Esta modalidad es sostenida por varios autores de diferentes países, quienes coinciden que así se alcanzan representaciones de la BD más complejas, lo que motiva una práctica reflexiva, tanto de manera individual como colectiva, y contribuye a aprendizajes sobre la BD y su enseñanza desde la propia experiencia (Chacón-Acuña *et al.*, 2022; Esteve *et al.*, 2019; Martín-Gámez *et al.*, 2020; Ottogalli y Bermudez, 2021).

Además, algunas de estas propuestas (Rivarosa *et al.*, 2016; Tetzlaff y Villareal, 2018; Vasconcelos *et al.*, 2019) se destacan como una oportunidad para que el docente en formación tenga la posibilidad de experimentar procesos que podrían vivenciar sus futuros estudiantes, tales como la observación, la descripción, la clasificación y el juego, y considerar posibles estrategias de ser replicadas en su ejercicio profesional. Se trata de acercar a los futuros docentes durante el proceso formativo a marcos de referencia actualizados sobre la enseñanza de la BD, ya que como indican Ríos Cabrera y Ruedas Marrero (2009), serán luego los responsables de contribuir a la alfabetización científica y fomentar el conocimiento de las ciencias naturales, en particular de la BD.

Sobre la importancia del uso de los entornos locales en la contextualización de la enseñanza, Catret *et al.* (2013) lo señalan como una de las últimas tendencias de la didáctica de las ciencias y agregan que la formación de los futuros docentes requiere que sean capaces de conocer e identificar aquellos elementos significativos del entorno local, ya sea natural, social o cultural. En ese sentido, observamos que algunos trabajos (Rivarosa *et al.*, 2016; Tetzlaff y Villareal, 2018; Urcelay *et al.*, 2015; Vasconcelos *et al.*, 2019) desarrollan propuestas que permiten acercar conocimientos sobre la BD local a los docentes en formación. Para ello, se realizan análisis taxonómicos, identificación de especies, recolección y herborización de especímenes, recorridos por senderos de interpretación o visitas a espacios de educación no formal como bosques o reservas. Esto va en línea con lo realizado en España por Martín-Gámez *et al.* (2020), para quienes cobra relevancia conocer las características del entorno en el que se vive, su flora y fauna y las problemáticas que atraviesa, lo que permite desarrollar actitudes de preservación y apreciar la importancia de desarrollar el conocimiento sobre la BD.

Lo anterior guarda relación con lo sugerido tras el estudio de las concepciones alternativas y conocimientos de los estudiantes de escuelas secundarias de Argentina (11 a 17 años) sobre lo nativo, exótico y la BD

(Bermudez *et al.*, 2017; 2018; Bermudez y Lindemann-Matthies, 2020), en las que se reconoce la influencia de los contextos socioculturales y socioeconómicos del estudiantado al identificar especies vegetales y animales (Amprazis *et al.*, 2019; Bermudez *et al.*, 2017; 2018).

En otro orden de ideas, y como señalan Ottogalli y Bermudez (2021), hace ya un tiempo se comenzó a considerar a los espacios de educación no formal (museos, jardines botánicos, zoológicos, centros de interpretación, entre otros) como recursos educativos y culturales propuestos como parte de la formación del profesorado y que, a su vez, tienen un elevado impacto en el dominio cognitivo y emocional en los futuros docentes (Costillo *et al.*, 2014). En ese sentido, identificamos como tendencia un conjunto de propuestas de enseñanza de la BD desplegadas fuera del marco de la educación formal y en donde las actividades se llevaron a cabo en bosques de especies nativas y exóticas, senderos de interpretación y centros de rehabilitación de fauna. Estas actividades, además de acercar a los futuros docentes a conocimientos científicos sobre la BD, favorecen el desarrollo de otras actitudes y valores como la toma de conciencia de las problemáticas ambientales, naturales y sociales, y el compromiso y respeto sobre su conservación. Dependiendo del objetivo de la propuesta, encontramos trabajos que cuentan con un desarrollo en el marco de un aula abierta (Rivarosa *et al.*, 2016) y otras combinan los entornos naturales con espacios formales como el aula de clases (Tetzlaff y Villareal, 2018; Urcelay *et al.*, 2015; Vasconcelos *et al.*, 2019).

La abundancia de estas contribuciones está alineada con el reconocimiento de la importancia de incorporar en los programas de formación docente la preparación de salidas educativas a espacios de educación no formal (Amórtegui Cedeño *et al.*, 2017; 2018; 2021; Bermudez *et al.*, 2021), las que permiten profundizar el conocimiento sobre la BD, generar aprendizajes significativos, estimular el trabajo colectivo (Ríos Cabrera y Ruedas Marrero, 2009) y aprender a partir de la indagación. En ese sentido, Ferrandis *et al.* (2020) destacan que las salidas educativas tienen un enorme potencial por su carácter motivador, contextualizan el aprendizaje de los futuros docentes con su vida cotidiana y fomentan el cambio de concepciones. Además, se ha reportado que cuando los futuros docentes han tenido experiencias fuera del aula durante su infancia o formación docente, estos reconocen su valor pedagógico y aumentan sus intenciones de implementarlas ellos mismos durante su ejercicio profesional (Lindemann-Matthies *et al.*, 2011; Shume y Blatt, 2019). Por ello, los programas de formación inicial del profesorado deben lograr un equilibrio entre la enseñanza de contenidos sobre BD y las oportunidades para

adquirir experiencia y confianza para llevar a cabo experiencias prácticas para su enseñanza (Lindemann-Matthies *et al.*, 2011).

A pesar de estas potencialidades de las salidas a espacios de educación no formal para la enseñanza de la BD, algunos autores han detectado dificultades relacionadas a las concepciones de los futuros docentes, en particular sobre las salidas de campo. En ese sentido, Amórtegui Cedeño *et al.* (2018) han encontrado que los futuros docentes poseen concepciones reduccionistas en las que el docente posee un rol pasivo y el trabajo de campo es valorado para confirmar la teoría más que como complemento o construcción del conocimiento. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Bravo *et al.* (2022) y Costillo *et al.* (2014) en España. Por esta razón, resulta de gran importancia una formación sobre salidas a espacios de educación no formal durante la formación del profesorado, para que puedan reconocer qué y cómo enseñar acerca de la naturaleza y, en particular, la BD, incluyendo qué es lo que deberán saber sus futuros estudiantes, cómo vincular las salidas con las actividades áulicas y qué evaluar luego (Amórtegui Cedeño *et al.*, 2017; 2018).

Otra tendencia que aporta gran cantidad de contribuciones es la que aborda conceptos como el conocimiento profesional del profesor (CPP) o profundiza en el conocimiento didáctico/pedagógico del contenido³ (CDC/CPC) de docentes en formación al enseñar BD. Así, evidenciamos que Colombia posee un campo fértil de estudios para conocer y analizar cómo los futuros docentes perciben la BD e implementan su enseñanza. En ese sentido, identificamos trabajos que ponen sus esfuerzos en conocer cómo se configura y construye el CPP de la biodiversidad en los futuros docentes (Fonseca Amaya, 2018), en particular el CDC (Fonseca Amaya, 2011; Fonseca Amaya y Martínez Rivera, 2013) o el CPC (Cuellar López, 2015; Cuellar López *et al.*, 2015). Además, otras investigaciones profundizan sus estudios para la enseñanza de la BD e indagan sobre el CPP de biología (CPPB) (Fonseca Amaya y Martínez Rivera, 2020), lo que hace posible la construcción del conocimiento de la biología escolar y funciona como núcleo del CPPB (Valbuena Ussa, 2007). Los resultados de estos trabajos permiten realizar grandes

aportes para la formación en biología, particularmente sobre la enseñanza de la BD, y sirven de referencia para optimizar propuestas formativas de docentes en formación y en ejercicio. En esa línea, Borrás Ramírez *et al.* (2021) identifican un potencial en el constructo del CDC de la BD para incluirlo en la formación de maestros que se desempeñan en sectores rurales, para quienes la enseñanza suele incluir más de una disciplina y en plurigrados (Galfrascoli *et al.*, 2017).

Sobre los modelos de CDC/PCP, estos pueden variar en función de su configuración y componentes involucrados (Fonseca Amaya, 2007). Así, detectamos que trabajos que abordan el CDC para la enseñanza de la BD de docentes en formación (Cuellar López, 2015; Cuellar López *et al.*, 2015; Fonseca Amaya, 2011; Fonseca Amaya y Martínez Rivera, 2013) toman los componentes propuestos por Magnusson *et al.* (1999), aunque no siempre su estructura jerárquica. A su vez, las estrategias metodológicas para el estudio del CDC/PCP sobre la BD son indagadas a partir de las herramientas de representación del contenido (RECO) y los repertorios de experiencia profesional y pedagógica (RE-PYP), desarrolladas por Loughran *et al.* (2004).

Puntos críticos

Con base en lo anterior, identificamos como puntos críticos que en países como Argentina, Brasil y Colombia priman instancias que abordan estrategias para la enseñanza de la BD que se desarrollan con o para docentes en formación, destinadas a estudiantes del profesorado de nivel inicial, nivel medio o secundario, pero en ningún caso destinadas al profesorado de nivel primario.⁴ Sin embargo, cabe distinguir aquí que en Colombia y Brasil la formación de docentes en biología va enfocada principalmente a la educación secundaria, pero también les permite aplicar en el nivel primario.

Otro aspecto destacable es que la mayoría de los trabajos desarrollan propuestas de enseñanza de la BD con enfoques taxonómico, sistémico o ecológico que no contemplan, al menos como cuestión principal —con

3 Consideramos oportuno señalar que el concepto original de Shulman (1987) de Pedagogical Content Knowledge (PCK) ha sido traducido al castellano de distintas maneras, según la tradición de la didáctica y sus diferencias epistemológicas con la pedagogía: conocimiento didáctico del contenido (CDC) y conocimiento pedagógico del contenido (CPC). Por ello, tomamos la decisión de que en este trabajo respetaremos las denominaciones realizadas por los autores de los artículos revisados.

4 Sistemas educativos en algunos países de Latinoamérica: *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. *Brasil*. Educación Infantil: 0-5 años (incluye guardería), Educación Fundamental I y II: 6-14 años, Educación Media: 15-17 años, y Educación Superior: 18 años en adelante. *Chile*. Educación Pre-Básica: 1-5 años, Educación Básica: 6 a 14 años, Enseñanza Media: 15 a 18 años, y Educación Superior: 18 años en adelante. *Colombia*. Educación Inicial (Preescolar): 3-5 años, Básica Primaria: 6-10 años, Básica Secundaria: 11-14 años, Educación Media: 15-16 años, y Educación Superior: 17 años en adelante.

excepción de una contribución argentina (Rivarosa *et al.*, 2016)—, otras dimensiones de la BD, como las culturales o sociales. En estos trabajos, cuando se hace referencia al ser humano, se lo hace desde una perspectiva de causante de las problemáticas ambientales o, por el contrario, como aquel que puede actuar para solucionarlas. En este sentido, nos parece oportuno no perder de vista la perspectiva multi- e interdimensional de la BD durante la formación docente, ya que ello contribuiría durante el ejercicio profesional a enseñar un modelo actualizado y de acuerdo con los desarrollos regionales de la educación en biodiversidad (Castro Moreno *et al.*, 2021). Nuestras consideraciones están de acuerdo con las de Orozco Marín (2017) para la enseñanza de la BD en la educación obligatoria en Brasil; este autor alerta acerca de la prominencia de explicaciones biológicas-ecológicas por sobre las socio-culturales.

Por otra parte, es importante destacar que el tipo de investigación que busca caracterizar y describir el CPP, CDC o CPPB de docentes en formación al enseñar BD (a partir de ciertos componentes de los modelos o a través de la investigación-acción) es propia de Latinoamérica, ya que los estudios más frecuentes en otras regiones abordan el CDC pero de profesores en ejercicio (Hadi y Manurung, 2020; Scheuch *et al.*, 2018). En este sentido, los resultados obtenidos en países de nuestra región que indagan el CPP o profundizan en el CDC de docentes sobre la BD han puesto en evidencia que en las instancias declarativas los docentes en formación manifiestan la importancia de abordar todos los niveles de organización biológica y los diferentes ámbitos de explicación. Sin embargo, durante la práctica docente se revela la enseñanza de la BD desde un aspecto taxonómico, a nivel de especie, ecosistémico y genético, contemplando en menor medida lo evolutivo y cultural (Cuellar López, 2015; Fonseca Amaya y Martínez Rivera, 2013). Esto afianza la necesidad de caracterizar los conocimientos docentes sobre la enseñanza de la BD, tanto a nivel declarativo como en la acción de enseñar y, particularmente, de avanzar en la formación de profesores desde el CDC de un concepto de BD actualizado, considerando aspectos biológicos y culturales (Fonseca Amaya y Martínez Rivera, 2013). En esta línea, destacamos el trabajo de Borrás Ramírez *et al.* (2021), quienes toman la enseñanza de la BD desde la perspectiva multidimensional de Castro Moreno *et al.* (2021).

Profundizando sobre el CPP y el CDC/CPC, evidenciamos que los docentes ponen en juego conocimientos propios a la hora de enseñar la BD y que, en algunos casos, estos se relacionan con el conocimiento de las dificultades de aprender BD (Cuellar López, 2015). En otros casos, surge un nuevo conocimiento para la enseñanza de la BD, que es específico del contexto, grupo de estudiantes y

características del docente en formación, lo que refuerza la idea del docente como productor de conocimientos (Fonseca Amaya y Martínez Rivera, 2020). Sumado a ello, trabajos más actuales que los que hemos considerado para esta revisión documental indican que ciertos conocimientos de los futuros docentes, como el conocimiento del contexto, los procesos de formación y el modelo educativo han permitido vincular la enseñanza de la BD con problemáticas y especies locales, así como la consideración de las diferentes dimensiones de la BD (Borrás Ramírez *et al.*, 2021). Así, estos puntos acentúan la importancia de desarrollar propuestas curriculares para la formación de futuros docentes sobre la enseñanza de la BD (Borrás Ramírez *et al.*, 2021; Fonseca y Martínez, 2013).

Docentes en ejercicio/Formación continua

Tendencias

Las propuestas formativas incluyen fundamentos teóricos que aportan contenidos actualizados sobre diferentes dimensiones de la BD, entre los que hemos podido identificar: formas de clasificarla, caracterización de animales marinos, áreas protegidas, selección natural, multidimensionalidad de la BD y estrategias para su enseñanza, como el uso de TIC o salidas a espacios de educación no formal (Barrantes Lobo y González Panigua, 2019; Carbajo y Ruiz, 2013; Carvalho *et al.*, 2019; Díaz Isenrath, 2015; Giordano *et al.*, 2015; Gómez Galindo *et al.*, 2019; López Roa y Castro Moreno, 2019). Estas instancias de actualización son de gran relevancia ya que algunos autores han señalado como dificultades expresadas por los propios docentes para enseñar BD la escasez de materiales didácticos, la complejidad del contenido y del vocabulario específico, la falta de tiempo, el desinterés y la ausencia de capacitación particular sobre el tema (Barahona *et al.*, 2018; Bizerril y Faria, 2003; Medina Arrais *et al.*, 2014). Frente a ello, los docentes recurren a libros o páginas web para informarse y planificar sus clases (Barahona *et al.*, 2018), con el riesgo de que dichos recursos tengan errores conceptuales (Vilches *et al.*, 2022). Estos hallazgos están de acuerdo con las conclusiones de Luvison Araújo y Dos Santos Alitto (2021), quienes remarcan la necesidad de revisar los programas de formación inicial y continua de profesores de Brasil sobre la BD nativa.

Entre los trabajos analizados, detectamos tres tipos de propuestas formativas: algunas con ofertas de actividades que les permiten a los docentes en ejercicio incorporarlas en las planificaciones de clases y durante el trabajo áulico, otras que involucran el propio diseño de esas planificaciones (Carbajo y Ruiz, 2013), y, en tercer lugar,

las que desarrollan experiencias vivenciales y espacios de reflexión sobre su enseñanza a través de estrategias como las salidas a espacios de educación no formal, las TIC y el laboratorio (Barrantes Lobo y González Paniagua, 2019; Carvalho *et al.*, 2019; Díaz Isenrath, 2015; Giordano *et al.*, 2015; Gómez Galindo *et al.*, 2019). Realizar este tipo de investigaciones cobra relevancia ya que da cabida a los desafíos que enfrentan los estudiantes sobre la forma de entender la BD (Orozco Marín, 2017), y promueven la reflexión sobre sus propias ideas y prácticas.

Diversas publicaciones han mostrado que los espacios no formales son grandes aliados de la escuela y que los estudiantes precisan construir un conocimiento en donde la teoría y la práctica vayan de la mano, proporcionando una mirada crítica y reflexiva de los problemas de su entorno cotidiano (Carvalho *et al.*, 2019). Si bien esto ya se ha destacado más arriba para los trabajos que involucran docentes en formación, para los docentes en ejercicio detectamos una tendencia similar: la enseñanza de la BD en zoológicos, centros de interpretación o salidas a ecosistemas del entorno próximo, como lagunas y zonas intermareales (Carbajo y Ruiz, 2013; Carvalho *et al.*, 2019; Giordano *et al.*, 2015). En estas propuestas los docentes en ejercicio desarrollan actividades de observación, registro y discusión de resultados obtenidos en la salida o visita (Carbajo y Ruiz, 2013; Carvalho *et al.*, 2019). Estas investigaciones contribuyen a la formación continua de los docentes, al brindarles la posibilidad de replicar la experiencia en sus aulas y favorecen la construcción de conocimientos relacionados con la BD, así como valores y actitudes sobre el cuidado del ambiente. Estas tendencias están en línea con experiencias formativas para docentes en ejercicio fuera del contexto latinoamericano, las que promueven la experimentación, evaluación y reflexión sobre la propia práctica de enseñanza de la BD (Martins-Loução *et al.*, 2019).

A pesar de las ventajas que puede tener la enseñanza de la BD en espacios al aire libre, Barrantes Lobo y González Paniagua (2019) identificaron limitaciones expresadas por los docentes para llevar a cabo ese tipo de salidas, por ejemplo, trámites extensos, gestión de permisos, falta de recursos y presupuesto. Ello coincide con investigaciones desarrolladas en otras regiones, tanto con docentes en formación como en ejercicio, las que añaden otras dificultades, como la confianza en sí mismos para realizar las salidas o superar posibles obstáculos que allí se presenten, tales como el manejo del grupo o la mediación de sus aprendizajes (Glackin y Harrison, 2018; Kervinen *et al.*, 2020; Scott *et al.*, 2015). En ese sentido, estamos de acuerdo con la idea de Lindemann-Matthies *et al.* (2011) de que es necesario brindar durante la formación del profesorado espacios de capacitación

sobre la BD, tanto en lo conceptual como en la didáctica para realizar las salidas de campo.

Puntos críticos

En primer lugar, las propuestas estudiadas han sido realizadas mayoritariamente en Argentina, Brasil, Colombia y Costa Rica, y se desarrollan principalmente con docentes de nivel primario, medio, o superior no universitario, pero ninguna contempla a docentes nivel inicial o de niveles superiores universitario de grado. Este es un hecho relevante en el contexto de que la docencia en el ámbito universitario ha sido planteada como un tema controvertido, ya que aún hoy perduran afirmaciones acerca de que a enseñar se aprende enseñando, y que para ser un buen profesor universitario basta con ser un buen investigador y conocer bien la disciplina por enseñar (Zabalza, 2004). Además, la mayoría de los trabajos relevados se enfocan en dimensiones biológicas-ecológicas de la BD, con excepción del de López Roa y Castro Moreno (2019), quienes desarrollan un material didáctico para docentes en ejercicio como una propuesta para el abordaje multidimensional de la BD. Estos autores señalan la necesidad de establecer propuestas de formación docente que permitan una mirada a la realidad compleja, dinámica y multidimensional de la BD, desarrollando posturas críticas y responsables.

En cuanto a la dimensión biológica de la BD, las plantas tienen gran importancia para la vida en la tierra. Sin embargo, las instancias formativas pasan por alto a este grupo, a pesar de que su abordaje en la enseñanza de la biología y la BD puede representar un obstáculo, en parte debido a que el aprendizaje del mundo de las plantas es experimentado con más desánimo que el de los animales. Esta es una de las consecuencias del fenómeno que Wandersee y Schussler (2001) llaman *ceguera hacia las plantas* y que ha sido abordado en detalle en el contexto latinoamericano e internacional tanto para estudiantes de educación obligatoria como para docentes en ejercicio y formación continua (Bermudez *et al.*, 2018; 2021; 2022; Borsos *et al.*, 2021; Kissi y Dreesmann, 2017; Pedrera *et al.*, 2021). En ese sentido, la mayoría de los trabajos relevados, en particular los que abordan salidas a espacios de educación no formal, no involucran, al menos como principal objetivo de la actividad, el abordaje de especies vegetales (Barrantes Lobo *et al.*, 2019; Carbajo y Ruiz, 2013; Carvalho *et al.*, 2019; Giordano *et al.*, 2015). Esto podría traer como consecuencia una recurrencia en los resultados evidenciados con estudiantes de primaria (Amprazis *et al.*, 2019) y secundaria (Bermudez *et al.*, 2018; 2022; Pedrera *et al.*, 2021), en donde es más pobre el conocimiento de la flora en relación con la fauna.

Sumado a las escasas propuestas que involucran la enseñanza de las plantas, Medina Arrais *et al.* (2014) señalan que la enseñanza del contenido botánico se ve obstaculizada por dificultades manifestadas por los docentes a la hora de enseñarlo. Entre estas dificultades se destacan el acceso a recursos digitales o libros que cuentan con ejemplos que no representan los contextos locales, la preferencia de los docentes por la enseñanza de especies animales antes que plantas (Bermudez *et al.*, 2021) y el hecho de que la escuela pocas veces promueve salidas, lo que puede afianzar el desinterés de los docentes por realizarlas. Contra este diagnóstico, se reconoce que las salidas al aire libre favorecen la superación de la ceguera hacia las plantas a través de su reconocimiento y valoración en terreno (Borsos *et al.*, 2021; Esteve *et al.*, 2019; Kissi y Dreesmann, 2017; Martín-Gámez *et al.*, 2020; Vasconcelos *et al.*, 2019).

Conclusiones

Considerando el panorama de la producción sobre propuestas para la formación docente inicial y continua sobre la enseñanza de la BD, estamos en condiciones de afirmar que existe una riqueza de temáticas en América Latina que puede contribuir a la formulación de agendas de investigación y práctica educativa, tanto en la región como en el mundo. En las investigaciones revisadas evidenciamos que si bien los trabajos relevados son similares en abundancia, hay una ligera preponderancia de publicaciones sobre los docentes en formación. En cualquier caso, los países en los que encontramos más contribuciones fueron Argentina, Brasil, Colombia y Costa Rica, por lo que instamos a los países de nuestra región tanto a tomar estos desarrollos como a llevar a cabo otros en función de los puntos críticos identificados y atendiendo a problemáticas singulares.

Podemos concluir también que son necesarias propuestas que posibiliten abordajes socioculturales de la BD durante la formación del profesorado, así como las posibles estrategias para su enseñanza. A su vez, reconociendo las potencialidades de los espacios de educación no formal para la enseñanza y el aprendizaje de la BD, sugerimos la inclusión de propuestas que contemplen este tipo de salidas educativas, para posibilitar el trabajo con diversas especies (no limitadas a los animales) y fomentar las experiencias en los entornos locales. Con ello, invitamos a las instituciones educativas y las agencias ministeriales a que incentiven el desarrollo de salidas didácticas, al aire libre en particular, durante la formación inicial y continua del profesorado.

Finalmente, dadas las características de unicidad de los trabajos sobre el CPP y CDC de docentes al enseñar la BD en

Colombia, nos parece oportuno continuar desarrollando investigaciones de esta índole en otros países de Latinoamérica, con el fin de poner en diálogo los resultados derivados de ellas y contribuir a fortalecer los marcos teóricos del CDC y la formación docente.

Referencias

- Amórtegui Cedeño, E. F., Gavidia Catalán, V. y Mayoral García-Berlanga, O. (2021). Prácticas de campo en la formación del profesorado de biología: Propuesta y desarrollo de una secuencia de aprendizaje docente. En E. F. Amórtegui Cedeño y J. A. Mosquera (Ed.), *Didáctica de las ciencias naturales: Perspectivas latinoamericanas. Aportes a la formación del profesorado y la educación científica* (pp. 186-204). Editorial Universidad Surcolombiana.
- Amórtegui Cedeño, E. F., Mayoral García-Berlanga, O. y Gavidia Catalán, V. (2017). Aportaciones de las prácticas de campo en la formación del profesorado de biología: un problema de investigación y una revisión documental. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 1(32), 153-169. <https://doi.org/10.7203/DCES.32.9940>
- Amórtegui Cedeño, E. F., Mayoral García-Berlanga, O. y Gavidia Catalán, V. (2018). ¿Cuál es la naturaleza de las prácticas de campo en la enseñanza de la biología? Consideraciones del profesorado en formación inicial en el sur de Colombia [número extraordinario]. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 481-485. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8770/6593>
- Amprazis, A., Papadopoulou, P. y Malandrakis, G. (2021). Plant blindness and children's recognition of plants as living things: A research in the primary schools context. *Journal of Biological Education*, 55(2), 139-154. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1667406>
- Anijovich, R. y Mora, S. (2014). ¿Cómo enseñamos? Las estrategias entre la teoría y la práctica. En R. Anijovich y S. Mora (Eds.), *Estrategias de enseñanza: Otra mirada al quehacer en el aula* (pp. 21-33). Aique.
- Barahona, A., Isenrath, G. D., Llano, C., Pampillón, C. y Campos, C. (2018). Saberes a enseñar y saberes enseñados acerca de la biodiversidad: Una mirada sobre los docentes y los recursos (número extraordinario), *Revista de Educación en Biología*,

- 1275-280. <http://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/365/314>
- Barrantes Lobo, T. y González Paniagua, A. (2019). Necesidades de capacitación de los docentes del I y II Ciclo General Básico, en ciencias naturales de los centros educativos de la Dirección Regional de Occidente, Alajuela. *Pensamiento Actual*, 19(32), 1-11. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/37790>
- Bermudez, G. M. A., Battistón, L. V., García Capocasa, M. C. y De Longhi, A. L. (2017). Sociocultural variables that impact high school students' perceptions of native fauna: A study on the species component of the biodiversity concept. *Research in Science Education*, 47(1), 203-235. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9496-4>
- Bermudez, G. M. A. y De Longhi, A. L. (Eds.). (2015). *Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy: Aportes para la formación docente*. Universidad Nacional de Córdoba. https://www.researchgate.net/publication/283256837_Retos_para_la_enseñanza_de_la_biodiversidad_hoy_Aportes_para_la_formacion_docente
- Bermudez, G. M. A., Díaz, S. y De Longhi, A. L. (2018). Native plant naming by high-school students of different socioeconomic status: Implications for botany education. *International Journal of Science Education*, 40(1), 46-66. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1397297>
- Bermudez, G. M. A. y Lindemann-Matthies, P. (2020). What matters is species richness—High school students' understanding of the components of biodiversity. *Research in Science Education*, 50(6), 2159-2187. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9767-y>
- Bermudez, G. M. A., Ottogalli, M. E., Cisnero K. G. y García, L. P. (2021). Educación en biodiversidad en clave latinoamericana. En E. F. Amórtegui Cedeño y J. A. Mosquera (Ed.), *Didáctica de las ciencias naturales: Perspectivas latinoamericanas. Aportes a la formación del profesorado y la educación científica* (pp. 44-68). Editorial Universidad Surcolombiana.
- Bermudez, 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>
- Bizerril, M. X. A. y Faria, D. S. (2003). A escola e a conservação do cerrado: Uma análise no ensino fundamental do Distrito Federal. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 10(1), 19-31. https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Conservacao_Cerrado_Escola_DFID-DSAZU-04Loa.pdf
- Borras Ramírez, L. M., Valbuena Ussa, É. O. y González Luna, J. D. (2021). Configuración del conocimiento didáctico del contenido biodiversidad de un futuro normalista [número extraordinario]. *Bio-grafía*, <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14764/9654>
- Borsos, É., Borić, E. y Patocskai, M. (2021). What can be done to increase future teachers' plant knowledge? *Journal of Biological Education*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1909632>
- Bravo, E., Costillo, E., Bravo, J. L., Mellado, V. y Conde, M. D. C. (2022). Analysis of prospective early childhood education teachers' proposals of nature field trips: An educational experience to bring nature close during this stage. *Science Education*, 106(1), 172-198. <https://doi.org/10.1002/sce.21689>
- Camilloni, A. (1998). La programación de la enseñanza de las Ciencias Sociales. En B. Aisenberg y S. Alderoqui (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Sociales II*. Paidós.
- Carbajo, A. y Ruiz, A. E. (2013). Experiencia innovadora en la formación de docentes de educación primaria: Diversidad animal en el medio marino. *Revista de Educación en Biología*, 16(1), 48-56. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22385>
- Carvalho, F. B., Terán, A. F. y da Silva, M. F. G. (2019). O uso do jardim zoológico do Cigs para o ensino de ciências. *Revista Prática Docente*, 4(2), 685-696. <https://core.ac.uk/download/pdf/287211991.pdf>
- Castro Moreno, J. A., Valbuena Ussa, É. O., Escobar Gil, G. I., Roa Acosta, R. y López Roa, L. M. (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>
- Catret, M., Gomis, J., Ivorra, E. y Martínez, J. (2013). El uso del entorno local en la formación científica de los futuros docentes [número extraordinario]. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y*

- Experiencias Didácticas*, 749-753. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/295131/383778>
- Chacón-Acuña, C., Piñones-Cañete, C. y Pastén-Molina, D. (2022). Trabajo colaborativo en ciencias desde la perspectiva de una pedagogía ecocrítica. *Saberes Educativos*, 8, 165-176. <http://doi.org/10.5354/2452-5014.2022.65846>
- Costillo, E., Borrachero, A. B., Villalobos, A. M., Mellado, V. y Sánchez, J. (2014). Utilización de la modelización para trabajar salidas al medio natural en profesores en formación de educación secundaria. *Bio-grafía*, 7(13), 165-175. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.7num.13bio-grafia165.175>
- Cuéllar López, Z. (2015). Enseñanza sobre biodiversidad desde el conocimiento pedagógico del contenido de un futuro profesor: Un estudio de caso [número extraordinario]. *Bio-grafía*, 892-904. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia892.904>
- Cuéllar López, Z., Rodríguez, L. y Garritz, A. (2015). Las grandes ideas sobre biodiversidad y la ReCo de un estudiante-profesor: Visita de una profesora de la Universidad Surcolombiana. *Educación Química*, 26(1), 2-8. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2015000100001&script=sci_abstract&tlng=pt
- De Longhi, A. L. (2015). Introducción. En A. L. De Longhi (Ed.), *Cuadernillos de didáctica para la formación docente inicial y continua: Estrategias didácticas para enseñar biología*. Universidad Nacional de Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/2570/Cuadernos%20de%20did%20E1ctica-Tomo%201.pdf?sequence=1>
- Díaz Isenrath, G. (2015). Biodiversidad y TIC: Experiencia de capacitación virtual para profesores de secundaria en la provincia de Mendoza, Argentina [número extraordinario]. *Bio-grafía*, 1250-1262. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia1250.1262>
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., Adhikari, J. R., Arico, S., Báldi, A., Bartuska, A., Baste, I. A., Bilgin, A., Brondizio, E., Chan, K. M. A., Figueroa, V. E., Duraiappah, A., Fischer, M., Hill, R., ... Zlatanova, D. (2015). The IPBES conceptual framework: Connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>
- Esteve, P., Jaén, M. y Banos-González, I. (2021). Changes in the level of relationship between invertebrates and society of pre-service primary school teachers, after an educational intervention. *Journal of Biological Education*, 55(1), 66-81. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1643764>
- Ferrandis, I. G., Rubio, J. C. C., Gracia-Berlanga, O. M. y Cedeño, E. F. A. (2020). Contribución de las salidas educativas al cambio de percepción del entorno en la formación del profesorado. *Aula de Encuentro*, 22(1), 111-140. <https://doi.org/10.17561/ae.v22n1.5>
- Fonseca Amaya, G. (2011). El conocimiento didáctico del contenido del concepto de biodiversidad en profesores en formación de biología [número extraordinario]. *Bio-grafía*: 401-412. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia401.412>
- Fonseca Amaya, G. (2017). El conocimiento pedagógico del contenido en profesores de biología: Una revisión documental. *Bio-grafía*, 10(19), 21-40. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.10.num19-7219>
- Fonseca Amaya, G. (2018). Los ejes doc una estrategia conceptual y metodológica en la construcción del conocimiento profesional del profesor. *Revista Científica*, 1(31), 68-84. <https://doi.org/10.14483/23448350.12432>
- Fonseca Amaya, G. y Martínez Rivera, C. A. (2013). La reflexión sobre la práctica y el doc: Un estudio de caso con profesores de biología en formación inicial [número extraordinario]. *Enseñanza de las Ciencias*, 1311-1315. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307152>
- Fonseca Amaya, G. y Martínez Rivera, C. A. (2020). ¿Qué conocimiento profesional del profesor de biología construye un profesor en formación inicial cuando enseña la biodiversidad? *Uni-Pluri/Versidad*, 20(1), 174-196. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.10>
- Galfrascoli, A., Lederhos, M. y Veglia, S. (2017). Prácticas educativas en educación rural: Enseñanza de las ciencias naturales. *Investigación en la Escuela*, 93, 43-57. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/190847/4Pr%20c3%a1cticas%20Educativas%20en%20Educaci%20rural.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Giordano, M. I., Caríssimo, M. S. y Folleras, M. D. C. (2015). Una propuesta de salida

- didáctica para estudiar ecosistemas acuáticos [número extraordinario]. *Bio-grafía*, 1701-1711. <https://doi.org/10.17227/20271034>. vol.0num.0bio-grafia1701.1711
- Glackin, M. y Harrison, C. (2018). Budding biology teachers: What have botanical gardens got to offer inquiry learning. *Journal of Biological Education*, 52(3), 283-293. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1357648>
- Gómez Galindo, A. A., González Galli, L. y García Franco, A. (2019). Artificial selection of maize as a bridging case to teach natural selection: A simulation proposal. *Journal of Biological Education*, 55(5), 487-500. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1707262>
- Hadi, K. y Manurung, B. (2020). PCK analysis of teachers in Biology Learning Process using teaching material based on local wisdom by integrating character education through PBI models. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(4), 042056. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/4/042056>
- Kervinen, A., Uitto, A. y Juuti, K. (2020). How field-work-oriented biology teachers establish formal outdoor education practices. *Journal of Biological Education*, 54(2), 115-128. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1546762>
- Kissi, L. y Dreesmann, D. (2018). Plant visibility through mobile learning? Implementation and evaluation of an interactive Flower Hunt in a botanic garden. *Journal of Biological Education*, 52(4), 344-363. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1385506>
- 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>
- López Roa, L. M. L. y Moreno, J. A. C. (2019). Diseño de un material didáctico dirigido a maestros, como propuesta para el abordaje multidimensional de la biodiversidad [número extraordinario]. *Bio-grafía*, 635-643. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/10961>
- Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391. <https://doi.org/10.1002/tea.20007>
- Luvison Araújo, L. A. y Dos Santos Alitto, R. A. (2021). Teaching native biodiversity: An exploratory study with Brazilian teachers. *Journal of Biological Education*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.2006271>
- Maffi, L. (2005). Linguistic, cultural, and biological diversity. *The Annual Review of Anthropology* 29, 599-617. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.34.081804.120437>
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95-132). Springer.
- Martín-Gámez, C., Acebal, M. D. C., & Prieto, T. (2020). Developing the concept of 'ecosystem' through inquiry-based learning: A study of pre-service primary teachers. *Journal of Biological Education*, 54(2), 147-161. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1554596>
- Martins-Loução, M. A., Gaio-Oliveira, G., Barata, R. y Carvalho, N. (2020). Inquiry-based science learning in the context of a continuing professional development programme for biology teachers. *Journal of Biological Education*, 54(5), 497-513. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1609566>
- Medina Arrais, M. D. G. M., de Souza, G. M. y Andrade Masrua, M. L. (2014). O ensino de botânica: Investigando dificuldades na prática docente. *Revista da SBEnBio*, 7, 5409-5418. <https://docplayer.com.br/56525363-O-ensino-de-botanica-investigando-dificuldades-na-pratica-docente.html>
- Orozco Marín, Y. A. (2017). O ensino da biodiversidade: Tendências e desafios nas experiências pedagógicas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 12(2), 173-185. <http://doi.org/10.14483/23464712.11599>
- Ottogalli, M. E. y Bermudez, G. M. Á. (2021). La enseñanza de la biodiversidad y la didáctica: Análisis del CDC de profesores del nivel superior en Córdoba, Argentina [número extraordinario]. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 2352-2358. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15561/10331>

- Pedreira, O., Ortega, U., Ruiz-González, A., Díez, J. R. y Barrutia, O. (2021). Branches of plant blindness and their relationship with biodiversity conceptualisation among secondary students. *Journal of Biological Education*, 1-26. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1933133>
- Pérez Mesa, M. R. (2013). La biodiversidad en el contexto educativo. Múltiples miradas en el escenario mundial. *Nodos y nudos*, 4(35), 63-75. <https://doi.org/10.17227/01224328.2266>
- Pérez Mesa, M. R. (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.num45-9830>
- Pérez-Harguindeguy, N., Enrico, L. y Díaz, S. (2015). ¿Qué es la diversidad biológica? (y por qué nos importa, cómo se genera y cómo se mide). 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. 25-55). Universidad Nacional de Córdoba.
- Ríos Cabrera, M. y Ruedas Marrero, M. (2009). El trabajo de campo: Una estrategia para captar la complejidad de la realidad dirigida a futuros docentes en ciencias naturales [número extraordinario]. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 420-424. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/293490>
- Rivarosa, S. A., Chesta, R., de la Barrera, M. L. y De Piccoli, L. (2016). Aprender en aulas abiertas: Nuevas coreografías didácticas para educadores infantiles. *Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 5(4), 173-181. <https://revistas.usc.gal/index.php/reladei/article/view/4962>
- Santos, I. E. M. y Salcedo, M. D. L. C. G. (2014). El reto de educar para la conservación de la biodiversidad. *Transformación*, 10(1), 14-28. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1912/2/01%20El%20reto%20de%20educar%20para%20la%20conservacion%20de%20la%20biodiversidad.pdf>
- Scheuch, M., Panhuber, T., Winter, S., Kelemen-Finan, J., Bardy-Durchhalter, M. y Kapelari, S. (2018). Butterflies & wild bees: Biology teachers' PCK development through citizen science. *Journal of Biological Education*, 52(1), 79-88. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1405530>
- Scott, G. W., Boyd, M., Scott, L. y Colquhoun, D. (2015). Barriers to biological fieldwork: What really prevents teaching out of doors? *Journal of Biological Education*, 49(2), 165-178. <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.914556>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23.
- Shume, T. J. y Blatt, E. (2019). A sociocultural investigation of pre-service teachers' outdoor experiences and perceived obstacles to outdoor learning. *Environmental Education Research*, 25(9), 1347-1367. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1610862>
- Tetzlaff, A. y Villareal, M. J. (2018). Enredados en la selva misionera. Elaboración de redes tróficas en la formación docente: Nociones de biodiversidad, conservación y vulnerabilidad [número extraordinario]. *Memorias de las Jornadas Nacionales y Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología*, 179-183. <http://www.congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/351>
- Urcelay, C., Longo, S., Becerra, A., Daga, C., Nouhra, E., Daniele, G. y Domínguez, L. (2015). La enseñanza de la diversidad de hongos: Una propuesta para la recuperación, integración y articulación de contenidos. 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. 377-386). Universidad Nacional de Córdoba. https://www.researchgate.net/publication/283256837_Retos_para_la_ensenanza_de_la_biodiversidad_hoy_Aportes_para_la_formacion_docente
- Valbuena Ussa, E. O. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico: Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)* [Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/7731/1/T30032.pdf>
- Vasconcelos, M. G. S., Alves, M. J. V., do Amaral Braga, F. A., Rodrigues, M. A. F., Pinto, M. R. F. y Silveira, A. P. (2019). Flora da Caatinga: Construindo saberes teóricos e práticos no ensino médio e na formação de professores. *Revista Praxis*, 11(22), 23-30. <https://doi.org/10.47385/praxis.v11.n22.1506>

Vilches, A., Cuello, I. C. y Gallego, R. E. (2022). Las imágenes de especies exóticas e invasión biológica en libros de texto de Educación Secundaria argentina. *Bio-grafía*, 15(28), 1-23. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.15.num28-16535>

Wandersee, J. H. y Schussler, E. E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 4, 2-9.

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>

Zabalza, M. Á. (2004). Innovación en la enseñanza universitaria. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 6, 113-136. <https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/contextos/article/view/531>