Convergencia Educativa
Revista Electrónica de Educación
Facultad de Ciencias de la Educación | Universidad Católica del Maule

Convergencia Educativa, (19), enero-junio, 2026. ISSN: 0719-3351

Adivina quién es el invasor: Un material didáctico manipulativo para enseñar ecología en educación secundaria

Guess Who the Invader Is: A Hands-On Didactic Material for Teaching Ecology in Secondary Education

Adivinhe quem é o invasor: Um material didático manipulável para ensinar ecologia no ensino médio

Castillo-Cabezas, María C[1].

Castillo-Cabezas, M. (2026). Adivina quién es el invasor: Un material didáctico manipulativo para enseñar ecología en educación secundaria**.** *Revista Convergencia Educativa,* (19), 108-124. https://doi.org/10.29035/rce.19.108

[Recibido: 17 septiembre, 2026 / Aceptado: 08 octubre, 2026]

RESUMEN

Las especies invasoras son la segunda mayor amenaza para la biodiversidad mundial, y Colombia enfrenta esta problemática en ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos. No obstante, la enseñanza de la ecología en secundaria suele ser fragmentada y centrada en contenidos, y los estudiantes mantienen concepciones lineales de las relaciones tróficas. Este artículo presenta el diseño de "Adivina quién es el invasor", un material didáctico manipulativo orientado a favorecer el tránsito de una comprensión lineal a una comprensión sistémica de las relaciones tróficas, tomando como contenido de enseñanza las especies invasoras presentes en Colombia. El estudio adopta un enfoque cualitativo descriptivo-propositivo, inscrito en la investigación de diseño educativo. El material está compuesto por tres cajas de clasificación ecosistémica (terrestre, acuático léntico/lótico y marino-costero), trece fichas pedagógicas con especies invasoras de Colombia y fichas técnicas sobre sus efectos ecológicos. El juego se inspira en la dinámica "adivina quién soy": los estudiantes formulan preguntas y realizan inferencias para identificar la especie de su carta y clasificarla en el ecosistema correspondiente. Una docente de Ciencias Naturales evaluó formativamente la propuesta, destacó el carácter llamativo, dinámico y flexible del recurso, así como su potencial para la participación activa, el trabajo colaborativo y la motivación, aunque señaló la necesidad de precisar los propósitos de aprendizaje y articular el juego con actividades previas. Los resultados corresponden a una evaluación formativa del diseño y no permiten establecer efectos sobre el aprendizaje, dado que la implementación escolar aún está pendiente.

Palabras clave: Especies invasoras; Material didáctico; Redes tróficas; Enseñanza de la ecología; Investigación de diseño educativo.

[1] Universidad del Valle, Colombia. https://orcid.org/000-0003-4086-9686**,** maría.castillo.cabezas@correounivalle.edu.co

ABSTRACT

Invasive species are the second greatest threat to global biodiversity, and Colombia faces this issue across terrestrial, freshwater, and marine ecosystems. Nevertheless, the teaching of ecology at the secondary school level is often fragmented and content-centered, while students tend to maintain linear conceptions of trophic relationships. This article presents the design of "Guess Who the Invader Is", a manipulative educational material aimed at promoting a transition from a linear to a systemic understanding of trophic relationships, using invasive species found in Colombia as the teaching content. The study adopts a qualitative, descriptive-propositional approach within the framework of educational design research. The material consists of three ecosystem classification boxes (terrestrial, lentic/lotic aquatic, and marine-coastal), thirteen educational cards featuring invasive species from Colombia, and technical cards describing their ecological effects. The game is inspired by the dynamics of "Guess Who I Am": students ask questions and make inferences to identify the species on their card and classify it within the corresponding ecosystem. A Natural Sciences teacher conducted a formative evaluation of the proposal, highlighting the resource's engaging, dynamic, and flexible nature, as well as its potential to promote active participation, collaborative work, and motivation. However, the teacher also pointed out the need to clarify the learning objectives and integrate the game with prior activities. The results correspond to a formative evaluation of the design and do not allow conclusions to be drawn regarding its effects on learning, as classroom implementation is still pending.

Key words: Invasive species; Didactic material; Trophic networks; Ecology teaching; Educational design research.

RESUMO

As espécies invasoras são a segunda maior ameaça à biodiversidade mundial, e a Colômbia enfrenta essa problemática em ecossistemas terrestres, aquáticos e marinhos. No entanto, o ensino de ecologia no ensino médio costuma ser fragmentado e centrado em conteúdos, e os alunos mantêm concepções lineares das relações tróficas. Este artigo apresenta a concepção de "Adivinhe quem é o invasor", um material didático manipulativo voltado para facilitar a transição de uma compreensão linear para uma compreensão sistêmica das relações tróficas, tendo como conteúdo didático as espécies invasoras presentes na Colômbia. O estudo adota uma abordagem qualitativa descritiva-propositiva, inserida na pesquisa de concepção educacional. O material é composto por três caixas de classificação ecossistêmica (terrestre, aquático léntico/lótico e marinho-costeiro), treze fichas pedagógicas com espécies invasoras da Colômbia e fichas técnicas sobre seus efeitos ecológicos. O jogo se inspira na dinâmica "adivinhe quem sou": os alunos fazem perguntas e tiram conclusões para identificar a espécie da sua carta e classificá-la no ecossistema correspondente. Uma professora de Ciências Naturais realizou uma avaliação formativa da proposta, destacando o caráter atraente, dinâmico e flexível do recurso, bem como seu potencial para a participação ativa, o trabalho colaborativo e a motivação, embora tenha apontado a necessidade de definir com precisão os objetivos de aprendizagem e articular o jogo com atividades prévias. Os resultados correspondem a uma avaliação formativa do projeto e não permitem estabelecer efeitos sobre a aprendizagem, uma vez que a implementação escolar ainda está pendente.

Palavras-chave: Espécies invasoras; Material didático; Redes tróficas; Ensino de ecologia; Pesquisa em design educacional.

INTRODUCCIÓN

En la educación primaria y secundaria, la enseñanza de la ecología suele recaer en los docentes de ciencias, quienes con frecuencia la abordan de manera fragmentada debido a que cuentan con escasa o nula formación pedagógica específica en esta área del conocimiento. Esta situación no es exclusiva de los niveles básicos: la investigación en educación en ecología ha documentado que la mayoría de los docentes se formaron, a su vez, en cursos centrados en la transmisión de contenidos y que pocos recibieron formación pedagógica formal antes de ejercer (Love Stowell et al., 2015; Tanner & Allen, 2005). A ello se suma que los libros de texto tienden a reforzar el problema, pues privilegian la cobertura de contenidos y la presentación de hechos, y centran la atención del estudiante en los productos de la ciencia, no en su proceso (Barsoum et al., 2013; Duncan et al., 2011; Smith & Paradise, 2022; Castillo 2022). El resultado es una desconexión persistente entre la investigación pedagógica y los materiales didácticos disponibles en el aula.

La enseñanza de la ecología enfrenta, además, desafíos urgentes: la creciente desconexión entre los estudiantes y la naturaleza, las deficiencias en habilidades cuantitativas y una percepción social empobrecida de la disciplina, asociada a la idea de que la ecología es ajena a la vida cotidiana y urbana (Edwards & Larson, 2020; O'Brien et al., 2020; Richter et al., 2021). Frente a este panorama, existe evidencia consistente de que los enfoques de aprendizaje activo, implementados de manera reflexiva, producen mayores ganancias de aprendizaje que la clase magistral centrada en el contenido (Smith & Paradise, 2022). Asimismo, hay evidencia que conectar a los estudiantes con su entorno inmediato, en lugar de presentar la ecología como algo que ocurre en un lugar remoto, fortalece la comprensión de los conceptos, la autoeficacia y la vinculación con el proceso científico (Richter et al., 2021).

Dentro de estas problemáticas conviene distinguir, siguiendo a Gil y Martínez (1992), dos dimensiones: una relativa a los conceptos y otra a los procedimientos ecológicos. En cuanto a la primera, estos autores muestran que, si bien los estudiantes poseen una noción de cadena alimentaria, no comprenden el alcance del concepto de red, de modo que se consolidan concepciones lineales de las interacciones presentes en el ecosistema. En la misma línea, Fernández y Casal (1995) evidencian que la rigidez de la propia idea de cadena lleva a los estudiantes a concebir los componentes como una unión indisoluble, tal como ocurriría con una cadena real; a ello se añade la escasa o nula alusión a las diversas fuentes de alimento presentes en una comunidad biológica, lo que conduce a establecer una conexión entre un único depredador y una única presa. La dificultad para transitar de la cadena a la red constituye, así, un obstáculo conceptual central en la enseñanza de la ecología.

Este obstáculo adquiere especial relevancia cuando se vincula con un problema ambiental de gran magnitud para el país. Colombia enfrenta invasiones biológicas en múltiples ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos y urbanos que amenazan la biodiversidad nativa, los servicios ecosistémicos y la salud pública; de hecho, las especies invasoras se consideran la segunda mayor amenaza para la biodiversidad, después de la pérdida de hábitat. En el ámbito terrestre, las plantas invasoras constituyen un componente central: en el Alto Ricaurte (Boyacá) se han mapeado 26 especies exóticas con potencial invasor, con caminos y riberas de ríos actuando como corredores de dispersión hacia los ecosistemas naturales y especies como Thunbergia alata, planta

trepadora originaria de África y el fresno tropical árbol nativo de México, colonizan activamente los bosques andinos (Sandoval et al., 2022; Quijano-Abril, 2021).

En la Orinoquia, los modelos de distribución identifican 18 especies exóticas de alto riesgo y confirman el cambio de uso del suelo como factor determinante de su establecimiento (Salgado-Negret, et al., 2022). Los ecosistemas acuáticos y marinos no escapan a esta presión: se han identificado 16 especies marinas y costeras introducidas, entre ellas el coral Carijoa riisei, el pez león Pterois volitans y el gusano Alitta succinea, la mayoría originarias del Indo-Pacífico y del Mediterráneo.

Pese a la magnitud del problema, la respuesta institucional ha sido escasa. Aunque existen instrumentos normativos como la Resolución 0684 de 2018, que fija directrices para el manejo de especies invasoras, su implementación resulta insuficiente incluso en las zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas. A ello se suman vacíos estructurales de información: el país carece todavía de un inventario nacional de especies marinas invasoras (Mora et al., 2015) y persisten inconsistencias en la clasificación del estatus invasor de algunas especies, lo que dificulta priorizar acciones (Leonhardt et al., 2019).

En conjunto, la evidencia indica que Colombia requiere inventarios completos, monitoreo continuo y políticas que integren los factores socioculturales del problema (Escobar-Alba et al., 2026; Mora Goyes et al., 2015; Salgado-Negret et al., 2022); una gestión efectiva no puede descansar únicamente en instrumentos normativos y de control, sino que demanda también procesos formativos que preparen a la ciudadanía para comprender y enfrentar las invasiones biológicas.

En este contexto, comprender por qué una especie invasora altera un ecosistema exige razonar en red: un invasor no afecta únicamente a una presa o a un depredador, sino que reconfigura el conjunto de relaciones tróficas del sistema. Por ello, las especies invasoras constituyen un contenido idóneo para enseñar el paso de la cadena a la red, y su tratamiento en el aula exige diseñar un material didáctico manipulativo que permita al estudiante actuar sobre esas relaciones en lugar de recibirlas de forma expositiva.

Ahora bien, no cualquier material cumple esa función, por lo que es necesario diferenciar entre material didáctico y recurso educativo. En términos de Marqués (2013), un material didáctico es aquel elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje, por ejemplo, un libro de texto o un programa multimedia, mientras que un recurso educativo es cualquier material que, en un contexto educativo determinado, se emplea con una finalidad didáctica. Así, un reportaje de National Geographic puede usarse como recurso, pero no constituye en sí mismo un material didáctico, pues solo pretende informar.

La pertinencia de este formato lúdico radica en el papel del juego como proceso de asimilación: según la literatura, el juego como proceso de asimilación otorga significado a las cosas a partir de las relaciones que establece con ellas. Como señalan Melo y Hernández (2021), no se asimilan objetos puros, sino situaciones en las que los objetos desempeñan ciertos papeles y no otros, de manera que la experiencia directa queda subordinada al sistema de significaciones que otorga el medio social. Por ello, el juego resulta apropiado para hacer manipulable una noción tan abstracta como la de red trófica.

En consecuencia, el presente estudio tuvo como objetivo diseñar un material didáctico manipulativo para la enseñanza de la ecología en educación secundaria y realizar una evaluación formativa preliminar de su pertinencia pedagógica, posibilidades de implementación y aspectos susceptibles de mejora. La propuesta se orienta a favorecer el tránsito de una comprensión lineal a una comprensión sistémica de las relaciones tróficas, tomando como contenido el estudio de las especies invasoras presentes en Colombia.

MÉTODOS

El presente estudio se inscribe en el campo del diseño educativo y adopta un enfoque cualitativo de investigación. Este campo abarca múltiples tradiciones y enfoques que van desde el diseño instruccional hasta la investigación de diseño educativo; esta última se define como un género de investigación en el que el desarrollo iterativo de soluciones a problemas educativos prácticos y complejos proporciona el contexto para la investigación científica y, al mismo tiempo, avanza en el conocimiento teórico sobre las características de dichas intervenciones (McKenney & Reeves, 2021).

La investigación de diseño educativo se caracteriza por ser un proceso iterativo y sistemático de análisis, diseño, desarrollo y evaluación de intervenciones educativas, como programas, estrategias pedagógicas o, en este caso, materiales didácticos. Es, así pues, que, en el contexto de esta investigación, el diseño del material didáctico "Adivina quién es el invasor" se asume no como un mero acto de producción técnica, sino como una actividad de investigación rigurosa donde cada decisión de diseño (selección de especies, colores de las cajas, mecánica del juego, preguntas orientadoras) está estrechamente vinculada con una fundamentación teórica y a un ciclo de evaluación formativa.

De este modo, la investigación asume un enfoque cualitativo de carácter descriptivo-propositivo, cuya finalidad es el diseño y la evaluación de un material didáctico "Adivina quién es el invasor" así como la identificación de sus fortalezas, dificultades y posibilidades de mejora, sin pretender establecer relaciones causales ni medir estadísticamente su eficacia, sino construir una descripción detallada de la experiencia educativa subyacente al diseño.

Participantes del estudio

Durante la fase de evaluación de la propuesta se contó con la participación voluntaria de una docente de ciencias naturales en ejercicio, con 10 años de experiencia en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación secundaria. Se seleccionó a esta profesional mediante muestreo no probabilístico (muestreo por conveniencia) debido a su conocimiento práctico del aula, su familiaridad con los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y su capacidad para ofrecer una evaluación formativa y crítica del material didáctico diseñado.

Su evaluación formativa fue fundamental para identificar las fortalezas y debilidades del recurso desde una perspectiva pedagógica realista. El diseño del material, por su parte, está conceptualizado para ser implementado con un grupo de máximo 30 estudiantes de educación secundaria (grados 7° a 9°), con edades comprendidas entre los 12 y 15 años. La implementación con estudiantes no constituye el objeto de análisis del presente artículo; sino que se proyecta para fases posteriores de la investigación.

Procedimiento Metodológico

El desarrollo de la investigación se estructuró en tres fases metodológicas interconectadas, las cuales se corresponden con el modelo genérico de tres etapas propuesto por McKenney y Reeves (2021), a saber: análisis y exploración, diseño y construcción, evaluación y reflexión. A continuación, se describen detalladamente cada una de las fases que componen el procedimiento metodológico del presente estudio.

Fase 1: Fundamentación teórica y selección de la estrategia didáctica

Durante esta fase se examinaron estudios previos que identifican concepciones alternativas y dificultades conceptuales en los estudiantes con relación a conceptos ecológicos, también se exploró la literatura sobre el uso de materiales manipulativos en la enseñanza de las ciencias naturales con énfasis en la promoción del aprendizaje sensorial, la experimentación directa y la significación de conceptos abstractos. Finalmente, se realizó una búsqueda documental sobre las principales especies exóticas invasoras presentes en el territorio nacional, sus impactos ecosistémicos y su distribución en los diferentes tipos de ecosistemas.

A partir de lo anterior, se determinó que el juego de roles, inspirado en la dinámica "adivina quién soy", constituía una estrategia apropiada para abordar la complejidad del concepto de especie invasora, pues promueve la participación activa, la indagación, el trabajo colaborativo y el aprendizaje significativo. Esta elección se justifica por su potencial para facilitar la comprensión de conceptos ecológicos abstractos a través de la experiencia lúdica y sensorial.

Fase 2: Diseño y desarrollo del material didáctico

En esta fase se concretó la propuesta didáctica, plasmada en un material completo que incluye:

Objetivos de aprendizaje: Generales, específicos y por competencias (conceptuales, procedimentales y actitudinales), alineados con los Estándares Básicos de Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje del Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

Contenidos conceptuales: Especie, especie invasora, población, comunidad, estructura trófica, ecosistema y ecología, seleccionados de manera estratégica para que los estudiantes puedan reconocer las conexiones entre ellos y comprendan las dinámicas ecosistémicas.

Pregunta problematizadora y subpreguntas: Diseñadas para activar los conocimientos previos de los estudiantes y orientar la indagación hacia las implicaciones de la introducción de especies invasoras en su entorno cotidiano.

Materiales específicos: Se diseñaron y desarrollaron tres tipos de recursos:

Cajas de clasificación ecosistémica: Tres cubos de cartulina de 17×17 cm, cada uno representando un tipo de ecosistema (terrestre, acuático-léntico/lótico, y marino-costero), con una abertura superior para introducir las fichas.

Fichas pedagógicas: Trece tarjetas con la imagen y el nombre científico de especies invasoras presentes en Colombia, seleccionadas a partir de fuentes documentales y distribuidas equitativamente entre los tres ecosistemas.

Fichas técnicas: Material complementario que expone los efectos específicos de cada especie invasora en los diferentes tipos de ecosistemas, con fines de retroalimentación y consolidación de los aprendizajes.

Fase 3: Evaluación formativa por una docente experta

Con el propósito de valorar de manera preliminar la pertinencia pedagógica y las posibilidades de implementación del material didáctico "Adivina quién es el invasor", se realizó una evaluación formativa con una docente experta en el área de ciencias naturales. Esta estrategia permitió obtener una valoración cualitativa del material antes de su eventual implementación con estudiantes, atendiendo especialmente a aspectos relacionados con su estructura, intencionalidad pedagógica, dinámica de juego, accesibilidad de los materiales y posibilidades de uso en el contexto escolar. Conviene mencionar que, el juicio de expertos es técnica ampliamente reconocida en el campo del diseño educativo para obtener retroalimentación sobre materiales en fase de desarrollo (McKenney y Reeves, 2021).

El proceso de valoración se desarrolló mediante una reunión sincrónica a través de la plataforma Google Meet. Previamente, se realizó la presentación completa del material didáctico, incluyendo sus objetivos, contenidos, referentes curriculares, componentes físicos, dinámica del juego, reglas de participación y posibilidades de aplicación en el aula. Posteriormente, se solicitó a la docente realizar una valoración abierta de la propuesta, identificando tanto aquellos elementos que considerara pertinentes y potencialmente favorables para su implementación como aquellos aspectos que requirieran ajustes o mayor desarrollo. Se trató de un diálogo reflexivo y semiestructurado, centrado en analizar la viabilidad, pertinencia y coherencia pedagógica del material en el contexto real de la educación básica secundaria.

Más aún, para organizar el análisis de la valoración obtenida, las apreciaciones de la docente fueron agrupadas en dos categorías generales: aspectos por destacar y aspectos por mejorar. La primera categoría reunió las fortalezas atribuidas al material en términos de interés, originalidad, participación activa del estudiante, flexibilidad de la propuesta, dinámica del juego, motivación y facilidad de elaboración de sus componentes. La segunda categoría incluyó las recomendaciones relacionadas con la precisión de los propósitos de aprendizaje, la articulación del juego con actividades previas de exploración y conceptualización, la explicitación de los conocimientos requeridos antes de su aplicación, vacíos en la secuenciación instruccional, clarificación de la intencionalidad formativa y pertinencia del contexto biológico de las especies seleccionadas.

Cabe aclarar que, la evaluación formativa no se asumió como una medición de la eficacia del juego ni como evidencia de su impacto sobre el aprendizaje, dado que en este estudio no se implementó el material con estudiantes. En cambio, se utilizó como mecanismo de evaluación formativa del diseño, orientado a identificar oportunidades de ajuste y fortalecimiento de la propuesta antes de una futura aplicación. Esta decisión es coherente con la naturaleza iterativa de la investigación de diseño educativo, en la cual la evaluación de las intervenciones constituye una fuente de información para su progresivo refinamiento (McKenney y Reeves, 2021).

RESULTADOS

Una vez descrito el procedimiento metodológico, se presentan a continuación los insumos que concretan la propuesta didáctica. La Tabla 1 sintetiza la unidad didáctica "Adivina quién es el invasor", especificando su taxonomía, campo de la ciencia, nivel educativo, duración, objetivos, contenidos, referentes curriculares, roles de docentes y estudiantes, e instrucciones para su implementación.

Tabla 1

Unidad didáctica

Unidad didáctica	**"Adivina quién es el invasor"**
Taxonomía del material	Material convencional: manipulable–juego.
Campo de la ciencia	Ecología.
Nivel educativo	Educación básica secundaria, grados 7.º a 9.º; población aproximada de 12 a 15 años.
Duración	Cinco sesiones de aproximadamente 60 minutos cada una.
Descripción	Material didáctico dirigido a estudiantes de educación básica secundaria para favorecer la identificación y clasificación de especies exóticas/invasoras presentes en el territorio colombiano, de acuerdo con el tipo de ecosistema en el que se encuentran: terrestre, acuático (léntico y lótico) y marino-costero. La propuesta se desarrolla en cinco sesiones consecutivas que articulan actividades de problematización, exploración, conceptualización, construcción, aplicación, análisis y transferencia.
Objetivo general	Promover procesos de análisis e identificación relacionados con las especies invasoras, sus características y sus consecuencias en los ecosistemas.
Objetivos específicos	• Reconocer la importancia de las especies invasoras y las alteraciones que pueden generar en los ecosistemas. • Identificar características asociadas a las especies invasoras. • Analizar problemáticas ambientales relacionadas con la introducción de especies.
Contenidos conceptuales	Dinámicas ecosistémicas y sus perturbaciones asociadas con la introducción de especies invasoras en Colombia; efectos sobre especies nativas, poblaciones, comunidades y estructura trófica.
Contenidos procedimentales	Reconocimiento de las características de las especies invasoras; diferenciación y clasificación de especies y ecosistemas; identificación y clasificación de especies invasoras de acuerdo con el tipo de ecosistema en el que se encuentran; relación entre la presencia de especies invasoras y las alteraciones en las dinámicas ecosistémicas; manipulación y utilización de los materiales que componen el juego; construcción de las cajas de clasificación ecosistémica siguiendo las instrucciones; formulación de preguntas e inferencias para identificar las especies representadas en las cartas; y argumentación de la clasificación de las especies en los ecosistemas correspondientes.
Contenidos actitudinales	Respeto por los tiempos establecidos y por las intervenciones de los compañeros; participación activa en las actividades manipulativas y lúdicas; disposición para escuchar y seguir las indicaciones y reglas del juego.
Pregunta problematizadora	¿Qué sucede en un ecosistema cuando llega una especie que no pertenece a él y cómo podemos determinar si su presencia representa un problema para las especies que ya lo habitan?
Subpreguntas	¿Qué características permiten diferenciar una especie invasora de otras especies presentes en un ecosistema? ¿Qué relaciones establece una especie con los demás organismos y con las condiciones del ecosistema que habita? ¿Qué podría ocurrir con las poblaciones, comunidades y relaciones tróficas cuando se introduce una especie invasora? ¿Cómo podemos reconocer y clasificar especies invasoras presentes en diferentes ecosistemas de Colombia? ¿Qué consecuencias puede tener la presencia de una especie invasora y por qué puede ser necesario implementar acciones para prevenir, controlar o manejar su expansión?
Recursos y materiales	Imágenes y casos sobre ecosistemas y especies invasoras; fichas de organismos; cartas pedagógicas con imágenes y nombres científicos de especies invasoras presentes en Colombia; fichas técnicas de las especies; organizadores gráficos y formatos de trabajo; cartulina, regla, tijeras de punta roma, pegamento no tóxico y marcador permanente para la construcción de las cajas de clasificación; cajas de clasificación ecosistémica; tablero y

	marcadores; cronómetro; y materiales de consulta suministrados por el docente
Estándares básicos de competencias en ciencias naturales	Estándar general: Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas. Acciones de pensamiento: 1. Explica diversos tipos de relaciones entre especies en los ecosistemas. 2. Establece relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema. 3. Explica y compara algunas adaptaciones de seres vivos en ecosistemas del mundo y de Colombia.
Derechos básicos de Competencias	1. Comprende que existen distintos tipos de ecosistemas (terrestres y acuáticos) y que sus características físicas (temperatura, humedad, tipos de suelo, altitud) permiten que habiten en ellos diferentes seres vivos. 2. Comprende la clasificación de los organismos en grupos taxonómicos, de acuerdo con el tipo de células que poseen y reconoce la diversidad de especies que constituyen nuestro planeta y las relaciones de parentesco entre ellas. 3. Explica la influencia de los factores abióticos (luz, temperatura, suelo y aire) en el desarrollo de los factores bióticos (fauna y flora) de un ecosistema.
Matriz de referencia	1. Identifica características de algunos procesos que se dan al interior de los ecosistemas para comprender sus dinámicas. 2. Analiza aspectos de los ecosistemas y da razón de cómo funcionan, de sus interrelaciones con los factores bióticos y abióticos y de sus efectos al modificarse alguna variable al interior. 3. Analiza y usa modelos biológicos para comprender la dinámica que se da en lo vivo y en el entorno. 4. Establece relaciones entre fenómenos biológicos para comprender la dinámica de lo vivo.
Secuencia didáctica	Momento 1: Problematización: ¿Qué pasa cuando alguien nuevo llega al ecosistema? + inicio de Detectives del ecosistema. Momento 2: Finalización de Detectives del ecosistema + Momento 3: ¿Invasora o no invasora? Momento 4: Construyamos nuestro ecosistema Momento 5: Quién es el invasor Momento 6: ¿Qué cambió en el ecosistema? + El invasor está más cerca de lo que pensamos
Rol del docente	Actúa como mediador y orientador de la experiencia. Presenta los propósitos, activa los conocimientos previos mediante la pregunta problematizadora, explica las instrucciones y reglas, suministra las cartas pedagógicas y fichas técnicas, organiza los equipos, acompaña la construcción de las cajas, supervisa el desarrollo de la actividad, verifica la clasificación de las especies y conduce la retroalimentación final. Durante la actividad, evita sustituir la participación del estudiante y proporciona orientaciones cuando sean necesarias.
Rol del estudiante	Participa activamente en la construcción y aplicación del material. Trabaja colaborativamente, sigue las instrucciones, manipula y construye las cajas ecosistémicas, formula preguntas y realiza inferencias para identificar la especie de su carta, escucha las respuestas y pistas de sus compañeros, clasifica las especies en el ecosistema correspondiente, respeta las reglas y participa en la discusión y retroalimentación final.
Instrucciones para la implementación	La propuesta se desarrolla en cinco sesiones de aproximadamente 60 minutos cada una y debe implementarse de manera secuencial, respetando los momentos de problematización, exploración, conceptualización, construcción, aplicación, análisis y transferencia. En la primera sesión se recuperan las ideas previas de los estudiantes y se exploran las relaciones entre los organismos y el ambiente. En la segunda se construyen y consolidan los conceptos necesarios para comprender las especies invasoras y sus posibles efectos sobre los ecosistemas. En la tercera sesión los estudiantes construyen las cajas de clasificación ecosistémica y se familiarizan con las categorías que serán utilizadas durante el juego. En la cuarta sesión se desarrolla la actividad "Quién es el invasor", mediante la formulación de preguntas, la construcción de inferencias y la clasificación de las especies según el ecosistema correspondiente. En la quinta sesión se analizan las consecuencias ecológicas asociadas con las especies identificadas y se transfieren los aprendizajes a situaciones contextualizadas relacionadas con la prevención, el control y el manejo de especies invasoras. El docente actúa como mediador y orientador durante todo el proceso, favoreciendo la participación activa de los estudiantes, proporcionando retroalimentación y utilizando las producciones realizadas como evidencias para orientar el aprendizaje.

Por su parte, la Tabla 2 amplía la secuencia didáctica en siete momentos, a saber: problematización, exploración, conceptualización, construcción, aplicación, análisis y transferencia, detallando para cada uno la actividad, el propósito, la descripción y el tiempo estimado.

Tabla 2

Secuencia didáctica ampliada

Momento	Actividad	Propósito	Descripción de la actividad	Tiempo
Problematización	¿Qué pasa cuando alguien nuevo llega al ecosistema?	Recuperar ideas previas y generar interrogantes sobre las consecuencias de introducir una especie en un ecosistema.	*Inicio*: el docente presenta la situación: "En un ecosistema colombiano aparece una especie que antes no se encontraba allí. Al comienzo parece no representar ningún problema, pero después de un tiempo su población aumenta y algunas especies que habitaban el lugar comienzan a disminuir. ¿Qué creen que pudo haber ocurrido?". *Desarrollo*: individualmente, los estudiantes escriben o representan qué creen que puede ocurrir cuando una especie llega a un ecosistema diferente al que habitualmente habita. Luego, en grupos, comparan sus respuestas y construyen una explicación conjunta. El docente orienta con preguntas: ¿Todas las especies pueden vivir en cualquier ecosistema? ¿Qué relaciones podría establecer la nueva especie? ¿Qué ocurriría si aumenta considerablemente? ¿Podría afectar a otras especies? ¿Cómo podríamos saberlo? *Cierre*: cada grupo comparte una hipótesis. El docente registra las ideas sin corregirlas inicialmente y presenta la pregunta orientadora: ¿Qué sucede en un ecosistema cuando llega una especie que no pertenece a él y cómo podemos determinar si su presencia representa un problema para las especies que ya lo habitan?	30 min
Exploración	Detectives del ecosistema	Reconocer relaciones entre organismos y ambiente y explorar cómo una modificación puede producir cambios en otros componentes del ecosistema.	*Inicio*: el docente organiza pequeños grupos y entrega imágenes o fichas de diferentes ecosistemas. Cada grupo observa los organismos y las condiciones ambientales. *Desarrollo*: los estudiantes identifican organismos, hábitats y posibles relaciones. Responden: ¿Qué organismos reconocen? ¿Qué necesitan para vivir? ¿De qué otros organismos podrían depender? ¿Qué pasaría si uno aumenta o disminuye? Después, el docente introduce situaciones de cambio, como la llegada de un organismo que no se encontraba originalmente en el ecosistema o el aumento de una población. Los grupos predicen qué componentes podrían verse afectados y explican por qué. *Cierre*: cada grupo presenta un caso. El docente recupera las explicaciones y destaca que los ecosistemas funcionan como sistemas de relaciones.	40 min
Conceptualización	¿Invasora o no invasora?	Construir los conceptos necesarios para comprender qué es una especie	*Inicio*: se retoma la pregunta "¿Es suficiente con que una especie llegue a un lugar donde antes no estaba para considerarla invasora?". Se presentan imágenes y nombres de especies, incluyendo especies nativas e introducidas/invasoras para	50 min

		invasora y reconocer características e impactos posibles.	compararlas. *Desarrollo*: los grupos realizan una clasificación inicial y explican sus criterios. Después, el docente introduce los conceptos de especie, especie invasora, población, comunidad, ecosistema y relaciones tróficas, relacionándolos con lo observado. Se contrastan las clasificaciones iniciales con la información científica. Los estudiantes reorganizan sus categorías cuando sea necesario y elaboran un organizador conceptual que relacione especie invasora, ecosistema, poblaciones, comunidades y posibles alteraciones. *Cierre*: cada grupo selecciona una especie y explica por qué puede ser considerada invasora y qué información sería necesaria para analizar sus efectos.	
Construcción	Construyamos nuestro ecosistema	Construir el material manipulativo y familiarizarse con las categorías ecosistémicas que se utilizarán en el juego.	*Inicio*: el docente explica que las cajas servirán para ubicar las especies según el ecosistema correspondiente y presenta las categorías: terrestre, acuático lótico y léntico y marino-costero. *Desarrollo*: los estudiantes se organizan en los grupos del juego. Cada grupo recibe los materiales y sigue las instrucciones para construir las cajas de clasificación. Durante la construcción, el docente solicita relacionar cada categoría con las características estudiadas. Una vez construidas, se entregan ejemplos de organismos y los estudiantes determinan en qué caja deberían ubicarlos. *Cierre*: se revisan las cajas y se aclaran confusiones antes de iniciar el juego.	50 min
5. Aplicación	Quién es el invasor	Aplicar los conceptos para identificar especies invasoras mediante preguntas e inferencias y clasificarlas según el ecosistema.	*Inicio*: el docente explica las reglas y organiza los equipos. Las cartas contienen la imagen y el nombre científico de especies invasoras presentes en Colombia. Cada jugador recibe una carta sin observarla y la coloca visible para sus compañeros, pero no para sí mismo. *Desarrollo*: por turnos, cada estudiante formula preguntas para descubrir la especie. Los compañeros responden únicamente “sí” o “no” o proporcionan pistas que no incluyan letras contenidas en el nombre. El jugador utiliza las respuestas para formular nuevas preguntas. Cuando identifica la especie, la ubica en la caja correspondiente al ecosistema. El docente controla las reglas y el tiempo sin proporcionar directamente las respuestas. Cada equipo dispone de 10 minutos para la dinámica y se aplican las reglas de puntuación y penalización. *Cierre*: se revisan las identificaciones y clasificaciones. El docente solicita explicar qué información permitió llegar a cada respuesta.	50–60 min
Análisis	¿Qué cambió en el ecosistema?	Analizar consecuencias ecológicas asociadas con especies invasoras y superar una identificación	*Inicio*: el docente selecciona algunas especies identificadas durante el juego y entrega sus fichas técnicas. *Desarrollo*: cada grupo analiza una especie y responde: ¿En qué ecosistema se encuentra? ¿Qué organismos o poblaciones puede afectar? ¿Qué relaciones puede establecer? ¿Qué cambios puede	40 min

		meramente memorística.	producir en comunidades o relaciones tróficas? Los estudiantes contrastan sus respuestas con la ficha técnica y elaboran una explicación. Luego se realiza una puesta en común. El docente relaciona los casos con población, comunidad, relaciones tróficas y dinámica ecosistémica. *Cierre*: se retoma la pregunta problematizadora y los estudiantes revisan si sus hipótesis iniciales se mantienen o deben modificarse.	
7. Transferencia y cierre	El invasor está más cerca de lo que pensamos	Transferir los aprendizajes al contexto colombiano y reflexionar sobre prevención, control y manejo.	*Inicio*: el docente presenta casos de especies invasoras presentes en Colombia y pregunta: ¿Qué podríamos hacer para prevenir o disminuir estos impactos? *Desarrollo*: en grupos, los estudiantes seleccionan un caso y elaboran una propuesta que incluya: especie involucrada, ecosistema, problema que puede generar y acción que podría contribuir a prevenir, controlar o manejar su expansión. Cada grupo presenta su propuesta y explica la relación entre el problema y la acción planteada. *Cierre*: el docente retoma la pregunta inicial. Cada estudiante responde nuevamente y compara su respuesta con la hipótesis formulada al comienzo, explicando qué conocimientos modificó, confirmó o amplió.	40 min

Evaluación formativa del material didáctico

La evaluación formativa realizada por la docente permitió identificar fortalezas y aspectos susceptibles de mejora en el diseño del material didáctico “Adivina quién es el invasor”. Entre las fortalezas, la docente reconoció el carácter llamativo y dinámico del material, su potencial para promover la participación activa de los estudiantes, el trabajo colaborativo, la flexibilidad de la propuesta y la facilidad de elaboración de sus componentes.

Asimismo, la valoración permitió identificar algunos aspectos que requieren ajustes antes de una futura implementación en el aula. En particular, la docente señaló la necesidad de precisar los propósitos de aprendizaje, articular el juego con actividades previas de exploración y conceptualización, explicitar los conocimientos requeridos para participar en la dinámica y fortalecer la secuenciación de las actividades. También recomendó revisar la pertinencia del contexto biológico de las especies seleccionadas y clarificar la intencionalidad formativa de cada momento de la propuesta.

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo diseñar un material didáctico para la enseñanza de la ecología en educación secundaria y realizar una evaluación formativa preliminar de su pertinencia pedagógica, posibilidades de implementación y aspectos susceptibles de mejora. El principal hallazgo de esta evaluación formativa fue la identificación de características favorables del material por parte de una docente con experiencia en la enseñanza de las Ciencias Naturales, particularmente su carácter llamativo, dinámico y flexible, así como su potencial para promover la participación activa y el trabajo colaborativo. Al mismo tiempo,

la evaluación permitió identificar aspectos que requieren fortalecimiento antes de una futura implementación con estudiantes, especialmente la precisión de los propósitos de aprendizaje y la articulación del juego con actividades previas de exploración y conceptualización.

La valoración de la docente sugiere que el material presenta condiciones favorables para abordar la enseñanza de la ecología en secundaria, aunque esta apreciación es preliminar, pues proviene de una sola evaluadora y no de una implementación con estudiantes. El hecho de que la docente destacara el carácter llamativo, dinámico y flexible del recurso es coherente con la evidencia de que los enfoques de aprendizaje activo, implementados de manera reflexiva, producen mayores ganancias de aprendizaje que la clase centrada en el contenido (Smith y Paradise, 2022); sin embargo, esta coincidencia no permite afirmar que el material produzca dichas ganancias.

A diferencia de los libros de texto, que tienden a privilegiar la cobertura de contenidos y la presentación de hechos (Barsoum et al., 2013; Duncan et al., 2011), el diseño propone que el estudiante formule preguntas sucesivas, interprete las respuestas de sus compañeros, descarte hipótesis y construya inferencias a partir de información incompleta, lo que podría favorecer el tránsito de la cadena a la red trófica. Esta hipótesis deberá contrastarse en la implementación. Desde esta perspectiva, el valor del material no radica exclusivamente en la manipulación de sus componentes, sino en las oportunidades de pensamiento que la interacción con ellos puede generar.

La propuesta también busca abordar una dificultad conceptual identificada en la enseñanza de la ecología: la tendencia a comprender las relaciones entre organismos desde representaciones lineales. Al incorporar preguntas, inferencias y análisis de las consecuencias de la presencia de una especie invasora, el recurso pretende favorecer una aproximación más sistémica a las relaciones ecológicas. Esta intención resulta consistente con la necesidad de articular los contenidos científicos con estrategias didácticas que permitan a los estudiantes establecer relaciones entre conceptos, fenómenos y contextos concretos.

En consecuencia, la selección de especies atendió a la evidencia de que los estudiantes reconocen principalmente herbívoros y carnívoros (segundo y tercer nivel trófico), mientras que el nivel productor solo aparece cuando hay una identificación completa de los niveles (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995). Por ello, el material incorpora especies invasoras que ocupan distintos niveles tróficos, como el buchón de agua (Eichhornia crassipes) y la lechuga de agua (Pistia stratiotes) en el nivel productor, y el caracol de jardín (Cornu aspersum, sin. Helix aspersa) y la rana toro (Lithobates catesbeianus) en niveles intermedios, de modo que el estudiante deba considerar la posición trófica de cada especie y las posibles consecuencias de su introducción sobre los demás niveles. En este sentido, el material se concibe no como un fin en sí mismo, sino como un medio que, mediado por el docente, puede contribuir a activar conocimientos previos y a construir un organizador conceptual.

Los resultados también muestran que el material no debería utilizarse de manera aislada. La docente señaló la necesidad de articular el juego con actividades previas de exploración y conceptualización, aspecto que fue incorporado en la secuencia didáctica mediante momentos de problematización, exploración y

conceptualización anteriores a la aplicación del juego. Esta decisión es importante porque permite comprender el material como parte de una secuencia de enseñanza y no como una actividad lúdica independiente. De este modo, la propuesta busca que la experiencia de juego se integre con procesos de recuperación de conocimientos previos, construcción conceptual, análisis y transferencia.

Conviene mencionar, que las apreciaciones obtenidas constituyen evidencia preliminar sobre la pertinencia y viabilidad percibidas del diseño, pero no permiten afirmar que el recurso produzca mejoras en el aprendizaje, aumente la motivación o favorezca efectivamente el desarrollo de una comprensión sistémica de las relaciones tróficas. Estas afirmaciones deberán ser examinadas en fases posteriores mediante la implementación del material en contextos escolares y la recopilación sistemática de evidencias de aprendizaje.

Finalmente, la pertinencia de abordar las especies invasoras en Colombia radica en su potencial para vincular la ecología escolar con la realidad ecológica del país. El diseño busca acercar al aula un problema nacional relevante y propiciar que los estudiantes transiten de la identificación memorística a una reflexión crítica sobre la prevención, el control y el manejo de estas amenazas a la biodiversidad. La implementación futura deberá evaluar no solo la adquisición de conceptos, sino también el desarrollo de habilidades metacognitivas y actitudes proambientales.

Limitaciones

Este estudio presenta tres limitaciones principales que deben considerarse al interpretar sus resultados. En primer lugar, la valoración estuvo a cargo de una única docente, seleccionada por conveniencia, por lo que sus apreciaciones no constituyen una validación de contenido mediante panel de expertos ni son generalizables. En segundo lugar, el material no se implementó con estudiantes, por lo que se desconocen las dificultades de aplicación, su funcionamiento real en el aula, la interacción de los estudiantes con el recurso o las dificultades que podrían surgir durante su aplicación. En tercer lugar, el estudio no incluyó instrumentos para medir aprendizajes, habilidades de razonamiento ecológico, motivación o actitudes hacia la problemática de las especies invasoras, de modo que los resultados no permiten establecer efectos sobre el aprendizaje. Se comienda a futuras investigaciones contemplar la implementación del material en contextos escolares, la participación de estudiantes y docentes, y la recopilación sistemática de evidencias que permitan valorar tanto el funcionamiento de la propuesta, así como sus posibles contribuciones al aprendizaje de la ecología.

CONCLUSIONES

El presente estudio tuvo como objetivo diseñar un material didáctico manipulativo y realizar una evaluación formativa preliminar de su pertinencia pedagógica y posibilidades de implementación para la enseñanza de la ecología en educación secundaria. El proceso permitió estructurar una propuesta que articula problematización, exploración, conceptualización, construcción, aplicación, análisis y transferencia en torno al estudio de las especies invasoras presentes en Colombia.

La evaluación formativa realizada por una docente con experiencia en la enseñanza de las Ciencias Naturales permitió identificar fortalezas del recurso relacionadas con su carácter llamativo y dinámico, las posibilidades

de participación activa, el trabajo colaborativo, la flexibilidad y la facilidad de elaboración de sus componentes. Al mismo tiempo, permitió reconocer aspectos que requieren fortalecimiento, especialmente la precisión de los propósitos de aprendizaje, la articulación del juego con actividades previas de exploración y conceptualización, la explicitación de los conocimientos previos y la revisión de la pertinencia de las especies seleccionadas.

En este sentido, los resultados aportan evidencia preliminar sobre la pertinencia percibida y las posibilidades de implementación del material, pero no permiten afirmar su eficacia ni establecer efectos sobre el aprendizaje de los estudiantes. La ausencia de implementación en contextos escolares y la participación de una única docente delimitan el alcance de las conclusiones.

El diseño de Adivina quién es el invasor permitió estructurar una propuesta didáctica orientada a la comprensión de las implicaciones ecológicas de las especies invasoras en Colombia, articulando actividades de problematización, exploración, conceptualización, construcción, aplicación, análisis y transferencia. Con esta secuencia de enseñanza los estudiantes pueden movilizar conocimientos sobre especies, ecosistemas, poblaciones, comunidades y relaciones ecológicas. Se trata en definitiva de un recurso didáctico susceptible de ser ajustado y validado mediante nuevas iteraciones de diseño, manteniendo como propósito favorecer una comprensión más contextualizada de las especies invasoras y de sus efectos sobre las dinámicas de los ecosistemas colombianos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barsoum, M. J., Sellers, P. J., Malcolm Campbell, A., Heyer, L. J. & Paradise, C. J. (2013). Implementing recommendations for introductory biology by writing a new textbook. *CBE—Life Sciences Education, 12*(1), 106–116. https://doi.org/10.1187/cbe.12-06-0086

Castillo Cabezas, M. C. (2022). Planificación, enseñanza y evaluación del concepto de ósmosis: un estudio empírico en secundaria. *Convergencia Educativa*, (11), 86-107. https://doi.org/10.29035/rce.11.86

Duncan, D. B., Lubman, A. & Hoskins, S. G. (2011). Introductory biology textbooks under-represent scientific process. *Journal of Microbiology y Biology Education, 12*(2), 143–151. https://doi.org/10.1128/jmbe.v12i2.307

Edwards, R. C. & Larson, B. M. H. (2020). When screens replace backyards: Strategies to connect digital-media-oriented young people to nature. *Environmental Education Research, 26*(7), 950–968. https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1776844

Escobar-Alba, M. R., Lara, D., Carvajal-Cogollo, J. E. & González-Trujillo, J. D. (2026). People's perceptions and knowledge gaps might facilitate the spread of invasive plants in the Colombian high mountains. *Environmental Management, 76*(57), . https://doi.org/10.1007/s00267-025-02300-4

Fernández Manzanal, R. & Casal Jiménez, M. (1995). La enseñanza de la ecología. Un objetivo de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 13*(3), 295–311. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4251

Gil Quílez, M. J. & Martínez Peña, M. B. (1992). Problemática en la enseñanza-aprendizaje de la ecología. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 14*, 67–70. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=254983

Leonhardt, F., Jimenez-Bolaño, J. D. & Ernst, R. (2019). Whistling invaders: Status and distribution of Johnstone's whistling frog (*Eleutherodactylus johnstonei* Barbour, 1914), 25 years after its introduction to Colombia. *NeoBiota, 45*, 39–54. https://doi.org/10.3897/neobiota.45.33515

Love Stowell, S. M., Churchill, A. C., Hund, A. K., Kelsey, K. C., Redmond, M. D., Seiter, S. A. & Barger, N. N. (2015). Transforming graduate training in STEM education. *The Bulletin of the Ecological Society of America, 96*(2), 317–323. https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1890/0012-9623-96.2.317

Marqués Graells, P. (2013). *Los medios didácticos y los recursos educativos.* Universitat Autònoma de Barcelona.

McKenney, S. & Reeves, T. C. (2021). Educational design research: Portraying, conducting, and enhancing productive scholarship. *Medical Education, 55*(1), 82–92. https://doi.org/10.1111/medu.14280

Melo Herrera, M. P. & Hernández Barbosa, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. *Innovación Educativa, 14*(66), 41–63. https://www.redalyc.org/pdf/1794/179433435004.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018, 11 de abril). *Resolución 0684 de 2018. Por la cual se adoptan las directrices para el manejo de especies exóticas con potencial invasor, invasoras o translocadas y se dictan otras disposiciones*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-0684-de-2018.pdf

Mora Goyes, M. F., Rubio, J. A., Ocampo Gutiérrez, R. & Barrera Cataño, J. I. (2015). *Catálogo de especies invasoras del territorio CAR*. Pontificia Universidad Javeriana; Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. https://sie.car.gov.co/items/b7d9d2d5-f51f-46fe-a50f-a3e3807f939d

O'Brien, L. T., Bart, H. L. & Garcia, D. M. (2020). Why are there so few ethnic minorities in ecology and evolutionary biology? Challenges to inclusion and the role of sense of belonging. *Social Psychology of Education, 23*, 449–477. https://doi.org/10.1007/s11218-019-09538-x

Quijano-Abril, M. A., Castaño López, M., Marín-Henao, D., Sánchez-Gómez, D. A., Rojas-Villa, J. M. & Sierra-Escobar, J. (2021). Rasgos funcionales de la especie invasora Thunbergia alata (Acanthaceae) y su importancia en la adaptación a bosques andinos. *Acta Botánica Mexicana, 128*, e1870. https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1870

Richter, C. F., Lortie, C. J., Kelly, T. L., Filazzola, A., Nunes, K. A. & Sarkar, R. (2021). Online but not remote: Adapting field-based ecology laboratories for online learning. *Ecology and Evolution, 11*(8), 3616–3624. https://doi.org/10.1002/ece3.7008

Salgado-Negret, B., Urbina-Cardona, N., Noguera-Urbano, E. A., Cruz-Rodríguez, C. A. & Baptiste, M. P. (2022). Predicting the risk of exotic plant invasions in the Orinoco region: Importance of distribution models, climatic niche and functional richness. *Frontiers in Environmental Science, 10*, 687723. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.687723

Sandoval Pulgarín, L. M., Vargas Ríos, O. & González-Trujillo, J. D. (2022). Invasion of plants in towns and roadsides around the Iguaque massif (Boyacá, Colombia). *Biological Invasions, 24*(9), 2639–2648. https://doi.org/10.1007/s10530-022-02811-9

Smith, K. G. & Paradise, C. J. (2022). Teaching the process of science with primary literature: Using the CREATE pedagogy in ecological courses. *Ecology and Evolution, 12*(12), e9644. https://doi.org/10.1002/ece3.9644

Tanner, K. D. & Allen, D. E. (2005). Approaches to biology teaching and learning: Understanding the wrong answers—Teaching toward conceptual change. *Cell Biology Education, 4*(2), 112–117. https://doi.org/10.1187/cbe.05-02-0068

Datos de correspondencia

Castillo Cabezas, María C.
Magíster en Educación
Universidad del Valle
Colombia
https://orcid.org/0000-0003-4086-9686
maria.castillo.cabezas@correounivalle.edu.co

Esta obra está bajo una Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.