

CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD PARA EDUCADORES⁷⁶

BIODIVERSITY CONCEPT FOR EDUCATORS

Israel Barrutia Barreto⁷⁷

Gil Gumerindo Quillama Virto⁷⁸

Silvia Cristina Campos Quispe⁷⁹

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.⁸⁰

⁷⁶ Derivado del proyecto de investigación: Concepto de biodiversidad para educadores

⁷⁷ Licenciado en administración de cooperativas, Universidad Nacional Federico Villareal, Doctor en Administración, Pontificia Universidad Católica del Perú, Ocupación (Gerente general), Innova Scientific, correo electrónico: ibarrutia2021@gmail.com

⁷⁸ Licenciado en educación, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Ocupación (docente), Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, correo electrónico: quillama.gil.62@gmail.com

⁷⁹ Licenciada en educación primaria, Universidad Particular Inca Garcilaso de la Vega, Maestro en docencia universitaria, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Ocupación (docente), Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, correo electrónico: camposquispe85@gmail.com

⁸⁰ Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES. www.rediees.org

8. CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD PARA EDUCADORES⁸¹

Israel Barrutia Barreto⁸², Gil Gumercindo Quillama Virto⁸³, Silvia Cristina Campos Quispe⁸⁴

RESUMEN

La biodiversidad es considerada como uno de los principales elementos para la existencia humana; sin embargo, los esfuerzos por entender y a su vez explicar este concepto se han convertido en un desafío para la gran mayoría de educadores. Por tal motivo, el presente trabajo de revisión tuvo por objetivo reflejar la importancia que tiene la biodiversidad y, de la misma manera, su enseñanza. Se realizó una búsqueda de información en las bases de datos ScienceDirect, Web of Science y Google Scholar a partir de los últimos diez años. La revisión se basó principalmente en hallar información que resalte la importancia de la biodiversidad y su conjugación con la educación. A partir de ello, se evidenció que la biodiversidad beneficia a las sociedades humanas y a las demás especies biológicas a través de cuatro servicios ecosistémicos que ofrece; sin embargo, las actividades antrópicas y no antrópicas la amenazan de forma directa e indirecta. Ante tal realidad, la educación se convierte en un aliado para conservar la biodiversidad en los próximos años, teniendo un aprendizaje marcado cuando los conocimientos teóricos aprendidos en el aula son llevados a la práctica. En otros términos, la comprensión humana y los esfuerzos interdisciplinarios, permitirán que la biodiversidad continúe vigente en los próximos años; de lo contrario, una forma aislada tendrá riesgos de corto y largo plazo para la humanidad.

⁸¹ Derivado del proyecto de investigación: Concepto de biodiversidad para educadores

⁸² Licenciado en administración de cooperativas, Universidad Nacional Federico Villareal, Doctor en Administración, Pontificia Universidad Católica del Perú, Ocupación (Gerente general), Innova Scientific, correo electrónico: ibarrutia2021@gmail.com

⁸³ Licenciado en educación, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Ocupación (docente), Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, correo electrónico: quillama.gil.62@gmail.com.

⁸⁴ Licenciada en educación primaria, Universidad Particular Inca Garcilaso de la Vega, Maestro en docencia universitaria, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Ocupación (docente), Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, correo electrónico: camposquispe85@gmail.com

ABSTRACT

Biodiversity is considered one of the main elements for human existence; however, efforts to understand and explain this concept have become a challenge for most educators. For this reason, the objective of this review was to reflect on the importance of biodiversity and, in the same way, its teaching. A search for information was carried out in the databases ScienceDirect, Web of Science and Google Scholar from the last ten years. The review was mainly based on finding information that highlights the importance of biodiversity and its conjugation with education. From this, it became evident that biodiversity benefits human societies and other biological species through the four ecosystem services it offers; however, anthropic and non-anthropoc activities threaten it directly and indirectly. Given this reality, education becomes an ally to conserve biodiversity in the coming years, having a marked learning process when the theoretical knowledge learned in the classroom is put into practice. In other words, human understanding and interdisciplinary efforts will allow biodiversity to remain in force in the coming years; otherwise, an isolated approach will have short- and long-term risks for humanity.

PALABRAS CLAVE: Biodiversidad, Educación, Educadores, Metodologías educativas, Prácticas educativas.

Keywords: Biodiversity, Education, Educators, Educational methodologies, Educational practices.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad es considerada como uno de los elementos claves para el funcionamiento ambiental, puesto que el rol ecológico que cumple cada especie permite el mantenimiento de sus poblaciones. Esto conlleva a tener funciones duraderas de los ecosistemas de la Tierra que, a su vez, hacen posible la existencia y calidad de vida de los seres humanos (Torres-Rodríguez, 2016). Sin embargo, en los próximos 20-30 años los cambios ocurridos en el medioambiente tendrán múltiples efectos negativos. En términos de Edison, Pradeep y Pradeep (2017), la tasa de extinción será de 100 especies por día entre plantas y animales, haciendo necesario la revalorización de la biodiversidad.

El término biodiversidad comprende todas las formas de vida que existen sobre la Tierra, por lo que su concepto se considera multidimensional. Precisamente, la comprensión de este concepto facilita el proceso de entender por qué es importante su preservación, conservación y recuperación (Motokane, 2017). Por ello, la educación se convierte en un aliado para conservar la biodiversidad, puesto que cumple un rol importante para lograr su sostenibilidad y protección, a la vez que permite transformar las actitudes humanas (Torres-Rodríguez, 2016). Por este motivo, se considera que la educación ayuda a enfrentar uno de los principales desafíos ambientales del siglo XXI: la pérdida de biodiversidad (Aznar-Díaz *et al.*, 2019).

El objetivo de este capítulo es, por lo tanto, brindar un panorama de la importancia que tiene la biodiversidad, con un énfasis especial en su enseñanza. En ese sentido, se explica el surgimiento del concepto y sus definiciones, la importancia de la biodiversidad en el planeta y los factores directos e indirectos que amenazan su existencia. Asimismo, se muestran las principales percepciones y desafíos que presentan los educadores en explicar el tema de la biodiversidad y qué prácticas principales de enseñanza se han utilizado en los últimos años. Por último, una atención especial en conocer las perspectivas de enseñanza para la biodiversidad en los próximos años.

DESARROLLO

Biodiversidad: Antecedentes Geológicos y Concepto

Las manifestaciones bióticas que existen en la actualidad han sido el resultado de millones de años de evolución (Quillama *et al.*, 2020). Los organismos han pasado por múltiples ciclos de especiación y extinción asociados a los cambios climáticos y geológicos que han conllevado a la biota actual y a una distribución de la biodiversidad. Para Pérez-Harguindeguy, Enrico y Díaz (2015), existe un acuerdo de diferentes autores, donde expresan que el resultado evolutivo de la biota y del territorio geográfico, junto a la acción de diversos factores bióticos y abióticos, explicaría la abundancia e identidad de las especies en un mismo sistema.

Según Jones y Tingley (2021), una de las hipótesis por la cual se originó la biodiversidad fue la pirodiversidad. Este término hace alusión al grado de variación en las características del paisaje tras un incendio ocurrido. La hipótesis queda definida como una característica compuesta de un régimen de incendios que tendrán una pirodiversidad mayor o menor, lo que a su vez conducirá los niveles altos o bajos de biodiversidad. Es así que las tendencias temporales en la pirodiversidad presentan el potencial de remodelar los patrones de biodiversidad en todos los ecosistemas (Trauernicht *et al.*, 2015).

Por otro lado, Gatti, Hordijk y Kauffman (2017) indican que el mantenimiento de toda la biodiversidad surge por la Teoría de la Diferenciación de Nichos Relacionados con la Biodiversidad. Esta expresa que toda especie tiende, de manera directa o indirecta, a aumentar el número de nichos que están potencialmente disponibles para la colonización de otras nuevas especies. Con esta teoría se explicaría por qué tantas especies pueden coexistir dentro de un mismo ecosistema.

En los últimos siglos, el propio término biodiversidad ha adquirido un significado más amplio, esto se debió principalmente por la desaparición de especies asociadas a las actividades humanas. Por tanto, a fines del siglo XX surge un cambio en el pensamiento dominante acerca de la biodiversidad, y que en aquel entonces no presentaba una definición establecida. Se han utilizado diferentes definiciones según el contexto surgido; esto refleja, en parte, una modificación del concepto en el tiempo (Bartkowski, 2017).

En el año 1940, se menciona por primera vez la palabra diversidad, que resulta ser un término ecológico medible e incorpora la riqueza específica y abundancias relativas de especies. Luego, en 1985, Walter Rosen propone el neologismo biodiversidad en una reunión previa al Foro Nacional sobre Biodiversidad. Tiempo después, el término es popularizado y logra tener importantes repercusiones desde 1990 hasta la actualidad; es así como la denominación de “conservación por la naturaleza” se convirtió en “conservación por la biodiversidad” (Klier, 2016; Pérez-Mesa, 2019).

La definición más aceptada se dio en 1992, realizada por el Convenio sobre Diversidad Biológica, donde se reconoce la importancia de la biodiversidad. De esta manera, biodiversidad queda descrita como la variedad de vida que abarca la variación en todos los niveles, desde los genes dentro de una especie hasta el hábitat creado biológicamente dentro de los ecosistemas (Sandifer, Sutton-Grier y Ward, 2015). También, surge la diferenciación con el término naturaleza, dado que no significan lo mismo, pero ciertamente abarca la biodiversidad. Entonces, la definición queda establecida como: la variabilidad de organismos vivos de todo origen comprendido, entre otros, los ecosistemas terrestres, acuáticos y los complejos ecológicos de los cuales hacen parte; ello comprende la diversidad en el seno de las especies y entre las especies, así como la de los ecosistemas (Naciones Unidas, 1992).

Otras definiciones del término biodiversidad incluyen la comprensión de diversidad, abundancia e identidad de especies, sus genes y ecosistemas (Freudenstein, Broe, Folk y Sinn, 2017; Marselle *et al.*, 2021). En tanto que van Weelie y Boersma (2018) indican que la biodiversidad también puede distinguirse por tres categorías de definiciones específicas según su contexto: como naturaleza, recurso natural o índice. En todas las definiciones de biodiversidad se realiza un énfasis en su multidimensionalidad, las diferentes escalas y niveles de organización que abarca (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2015). Se considera, entonces, que la biodiversidad es la base de la vida en la Tierra y es extremadamente compleja, dinámica y variada (Edison *et al.*, 2017).

Biodiversidad y su Importancia en la Sociedad

La biodiversidad es esencial en la vida de los seres humanos por su determinación en el funcionamiento de los ecosistemas. Su importancia global es reflejada por la existencia de un objetivo que busca reducciones significativas en la tasa de pérdida de biodiversidad (Klier,

2016). En tal medida, existe un gran vínculo entre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, considerados como los componentes de la naturaleza que se aprovechan de forma directa e indirecta para el bienestar humano (Hough, 2014). Esto debido a que contribuyen significativamente en el sustento, desarrollo económico y social (Schneiderhan-Opel y Bogner, 2019). Según el programa de trabajo internacional *Millennium Ecosystem Assessment*, tales servicios se pueden clasificar en cuatro principalmente (Figura 1).

Figura 1. Representación de los cuatro servicios ecosistémicos



Fuente: Tomado de Barrett et al. (2018)

Los servicios de abastecimiento se refieren a la cantidad de materia prima que ofrece el ecosistema; por ejemplo, la fibra, los alimentos, los recursos genéticos y medicinas. Según informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente el 80 % de la población mundial realiza tratamientos medicinales a base de plantas, puesto que algunas sustancias naturales son fuentes de fármacos terapéuticos (Sen y Samanta, 2015). En este sentido, se conoce que el 75 % de todos los medicamentos antibacterianos, antivirales y antiparasitarios son de fuente natural aprobados por los Estados Unidos (Marselle *et al.*, 2021).

Los servicios de regulación se consideran como los beneficios que se obtienen por la regulación de los procesos ecosistémicos (Manhães *et al.*, 2018). Por ejemplo, se encuentran la regulación hídrica, el control de la erosión, el control de plagas y enfermedades, y la regulación del clima (Evers *et al.*, 2018). Para el último caso, se conoce que la fijación de carbono por parte de los bosques contrarresta alrededor del 30 % de las emisiones globales de carbono; asimismo, el fitoplancton marino fija, aproximadamente, el 40 % del secuestro anual de carbono de la Tierra (Paseka *et al.*, 2020).

Por otro lado, los servicios culturales resultan ser contribuciones no materiales del ecosistema. En términos de Havinga, Bogaart, Hein, y Tuia (2020), tales servicios generan una gran cantidad de valor para la sociedad, dado que la cultura representa un papel omnipresente en las interacciones entre el ser humano y la naturaleza. Por ejemplo, el turismo es una observación de la naturaleza que permite el enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo y la experiencia estética. Por tanto, es preciso aclarar que estos servicios aportan beneficios recreativos e intelectuales para el bienestar humano (Díaz *et al.*, 2018).

Por último, los servicios de soporte o apoyo son considerados el pilar de los procesos ecológicos para la producción de otros servicios que los ecosistemas otorgan. Aquí se encuentran, principalmente, la producción primaria, la formación del suelo, el ciclo del agua, el ciclo de nutrientes, la neutralización de desechos tóxicos y la fotosíntesis. Tales servicios, son considerados indirectos y se encuentran relacionados con los procesos del ecosistema, al igual que los servicios culturales y de regulación (Oggero, Arana y Natale, 2015). De esta manera, se considera que la biodiversidad cumple el rol de mantener las funciones, estructuras y procesos del ecosistema, por tanto, refuerza los servicios ecosistémicos.

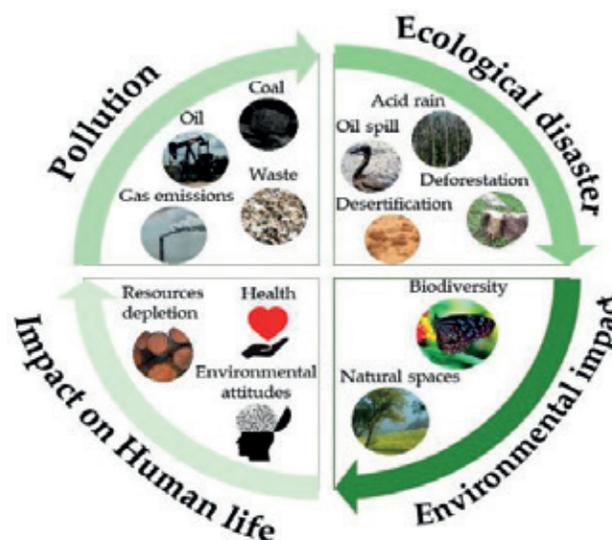
Existe un acuerdo cada vez mayor de la alta gama de relaciones beneficiosas entre los atributos de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, estos últimos considerados como beneficios específicos que las personas obtienen de los ecosistemas (Sandifer *et al.*, 2015). Por tal motivo, Díaz *et al.* (2018) mencionan que la biodiversidad se ha convertido en un campo de investigación dinámico que ha logrado influir en los discursos políticos y presenta un avance en la agenda de la sostenibilidad. Entonces, se considera a la biodiversidad como la base del desarrollo socioeconómico mundial por medio de los bienes y servicios que los ecosistemas otorgan.

Con base al rol importante que la biodiversidad desempeña en el desarrollo de las sociedades, su conservación resulta de interés para la humanidad. Sin embargo, en los últimos diez millones de años la tasa de extinciones de especies ha sido de 10 veces más alta. Para Torres-Rodríguez (2016), también se están haciendo visibles otros problemas, por ejemplo, la degradación de tierras, la acidificación oceánica y, la pérdida de flora y fauna. Según Pérez-García (2020), en la actualidad y a nivel global, se están atravesando niveles de pérdida de biodiversidad considerables; consecuencia de diferentes factores de amenaza.

Factores Directos de Amenaza en la Biodiversidad

En las últimas décadas, las actividades antrópicas, el desarrollo económico, la industrialización y la expansión urbana; han afectado profundamente el ecosistema global. Los niveles de biodiversidad en la Tierra han disminuido drásticamente en los últimos 60 años (Heydari, Omidipour y Greenlee, 2020). Una de las razones se fundamenta en la conversión humana de los hábitats naturales ocurridos en los sistemas terrestres. Las actividades antrópicas han transformado, por ejemplo, los procesos ecológicos de agua dulce (Dudgeon, 2019). En ese sentido, la biodiversidad ha logrado tener una mayor relevancia a nivel mundial por las conductas desacertadas del ser humano hacia la naturaleza (Torres-Rodríguez, 2016) (Figura 2).

Figura 2. Ciclo del impacto del ser humano en la naturaleza



Fuente: Tomado de Aznar-Díaz et al. (2019)

En términos específicos, se ha logrado afectar los espacios naturales y, junto a ello, surgen consecuencias drásticas para los ecosistemas; por ejemplo, la pérdida en el equilibrio de especies (Aznar-Díaz *et al.*, 2019). Entre las principales actividades antrópicas que amenazan los niveles de biodiversidad se encuentran: la pérdida de hábitat, la sobreexplotación y la introducción de especies exóticas. Los dos primeros resultan ser una consecuencia directa del crecimiento de la población humana y el uso insostenible de los recursos. El tercero resulta del aumento que ocurre año tras año en cuanto a la movilidad y comercio de especies. Tales actividades amenazan las condiciones de vida de todos los seres vivos (Shantz, Ladd y Burkepile, 2020).

Pérdida y fragmentación del hábitat.

La pérdida y fragmentación del hábitat es ampliamente conocida como la forma principal de atentar con la biodiversidad, dado que afecta directamente a todos los niveles y taxones biológicos. Los resultados de un estudio por parte de Donovan y Flather (2002), demostraron que las especies con tendencia a la disminución de su abundancia a nivel mundial, tenían la posibilidad de aparecer en regiones que tuviesen altos niveles de pérdida de hábitat. Así también, la pérdida de hábitat altera los componentes del comportamiento animal y la interacción de especies; es decir, ocasiona un impedimento del rol ecológico que tiene cada especie en el ecosistema (Rogan y Lacher, 2018; Yin, Ye y Cadotte, 2021).

La pérdida de hábitat también ocurre por actividades de agricultura y producción, tala insostenible y la expansión. En el primer caso, la actividad afecta a más de 4600 especies por el cambio de cobertura terrestre que surge para la producción de alimentos agrícolas, y su práctica ocupa el 40 % de la superficie terrestre de la Tierra. En el segundo caso, la actividad ha provocado una disminución de más de 4000 especies forestales a nivel mundial y una degradación de más del 50% de bosques tropicales a nivel mundial (Heydari *et al.*, 2020). Y, en el tercer caso, el incremento de la población y la globalización han ocasionado que las áreas urbanas crezcan rápidamente y amenacen con infringir el hábitat de especies terrestres en el mundo (Tilman *et al.*, 2017).

Sobreexplotación de recursos.

Es una amenaza altamente prevalente, considerando como principales impulsores a la caza, la sobrepesca y la tala. Aproximadamente, más de un tercio de los vertebrados se

encuentran en peligro de extinción (Ceballos *et al.*, 2017). La caza con fines comerciales ha sido la causante de una disminución general en la abundancia de la población de 97 especies de aves tropicales y 254 especies de mamíferos tropicales, además de las evaluaciones globales de 301 mamíferos terrestres amenazados (Ripple *et al.*, 2016). Aproximadamente, el 30 % de las aves amenazadas a nivel mundial se ven afectadas; en particular, loros, palomas y faisanes. En el caso de los mamíferos, son cazados por su piel, alimento, deporte, cuernos y comercio de mascotas; o también, para el uso de medicina tradicional.

La sobrepesca afecta los arrecifes de coral y otros ecosistemas marinos, esto conlleva a tener redes tróficas distorsionadas y una mayor susceptibilidad a otros impactos humanos. Según la FAO, la fracción de poblaciones de peces que se encuentran dentro de los niveles biológicos sostenibles pasó del 90% en 1974 al 65,8% en el 2017 (FAO, 2020). Durante los últimos 30 años, los seres humanos han extraído aproximadamente 80 000 000 toneladas métricas de animales provenientes de los océanos, esto afecta profundamente la estructura del tamaño y la tasa de reproducción de especies (Shantz *et al.*, 2020).

Introducción de especies exóticas.

Las especies exóticas, denominadas no nativas o introducidas, son aquellas que se encuentran en áreas fuera de su distribución geográfica natural. Los seres humanos han transportado miles de especies en todo el mundo, ocasionando un comercio acelerado que ha sido incrementado aún más en los últimos años. En el último siglo, el número de especies introducidas de forma accidental o planificada, se ha visto acelerado; esto ha originado un consenso sobre los impactos ocurridos en los ecosistemas, que se dan de forma irreversible (Torres-Rodríguez, 2016; Pérez-García, 2020).

La introducción de especies tiene un impacto irreversible en los ecosistemas naturales, dado que modifica los hábitats, reduce la abundancia de especies nativas y reestructura las comunidades. Esto es posible, debido a que origina una disminución en el número de especies nativas, por la competencia de especies, transmisión de enfermedades o la depredación. Por tanto, se considera una amenaza relevante para las demás especies que se encuentran en su hábitat natural (Early *et al.*, 2016). Este problema es considerado como la segunda mayor amenaza de la biodiversidad.

Se considera que, las amenazas a la biodiversidad son compartidas con todos los demás problemas sociales y medioambientales actuales. Esto debido a que existe una relación con el modelo global de producción, consumos y otros valores asociados. En este sentido, abordar los problemas de biodiversidad también conlleva abarcar aspectos como el clima y la sociedad (Watson *et al.*, 2021). En otros términos, la biodiversidad se encuentra íntimamente entrelazada con el sistema de la Tierra, por lo que un ritmo de extinción acelerado lleva a la ineludible educación sobre la biodiversidad.

Educadores de Biodiversidad: Percepciones y Desafíos

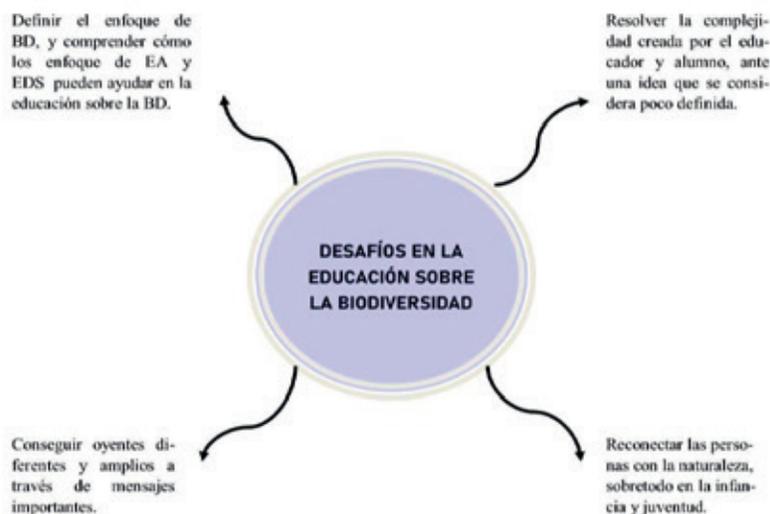
La educación desempeña un papel importante para hacer frente al problema medioambiental y es considerada como una de las mejores acciones para crear ciudadanos con habilidades, confianza y capacidad de proteger la biodiversidad. Asimismo, los debates sobre temas medioambientales en las escuelas ayudan a crear una conciencia ambiental y, al mismo tiempo, enseñan a comprender el conocimiento científico y sus relaciones con la sociedad (Motokane, 2017). En ese sentido, Edison *et al.* (2017) expresa que la educación se debe dar de manera diferente a la enseñanza convencional, es decir, ir tras el conocimiento de las interrelaciones y conexiones complejas que existen con suficientes actividades para los alumnos.

La enseñanza en temas relacionados con la biodiversidad debe llevarse a cabo según la forma en que aprenden los estudiantes, más que por la estructura del contenido (Moreno, López-Cortés y Cedeño, 2021). En este sentido, debe estar dirigida a resaltar y facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje sobre los tres niveles (genes, especies y ecosistemas) (McComas *et al.*, 2018). Su rol debe estar centrada en desarrollar habilidades, actitudes y aptitudes que permitan afrontar las problemáticas medioambientales y tener conciencia sobre su importancia (Torres-Porras y Arrebola, 2018). Con base a ello, el educador cumple un rol trascendental en las aulas de educación formal o en espacios de la educación no formal.

La mayoría de educadores en el ámbito biológico coinciden en la necesidad de dotar y reforzar la educación científica al alumnado, a pesar de los desafíos del siglo XXI. Según Schneiderhan-Opel y Bogner (2019), la educación sobre la biodiversidad es una sección muy importante de la educación formal para lograr el desarrollo sostenible; sin embargo, el término biodiversidad aún resulta difícil de enseñar en las escuelas, al igual que su concepto

en la misma ciencia (Motokane, 2017). Según Edison *et al.* (2017), se presentan cuatro principales desafíos en la educación sobre la biodiversidad (Figura 3) y recomienda hacerlo en sus diferentes significados y dimensiones a fin de que los alumnos desarrollen un pensamiento crítico y protector hacia el medioambiente.

Figura 3. Cuatro principales desafíos en la educación sobre la biodiversidad



Fuente: BD: Biodiversidad, EA: Educación Ambiental, EDS: Educación para el Desarrollo Sostenible. Adaptado de Edison *et al.* (2017).

Los conocimientos estudiantiles en temas de biodiversidad se pueden encontrar sesgados debido a una ausencia de visión holística, lo que conlleva a una falta de comprensión sobre los principales problemas que ponen en riesgo la biodiversidad (Morón-Monge, Morón-Monge, abril-López y Navarro, 2020). Algunas razones principales se dan debido al aumento en el uso de tecnologías digitales para niños y adolescentes y a una ausencia de familiarización con el entorno natural por las clases impartidas dentro del aula (Santos-Ellakuria, 2019). De acuerdo con Yli-Panula, Jeronen, Lemmetty y Pauna (2018), la educación en temas de biodiversidad también se ve obstaculizada por su concepto abstracto y diverso que puede ser difícil de entender. De cualquier forma, diferentes autores han señalado que existe un escaso interés del estudiantado por las disciplinas científicas, por lo que se necesitan formas novedosas de enseñanza.

Principales Métodos de Enseñanza sobre la Biodiversidad

La educación en biodiversidad conlleva el establecimiento de un vínculo con la naturaleza y, por tanto, los educadores se encuentran con la creación de oportunidades para que las personas logren involucrarse en ella (Lindemann-Matthies *et al.*, 2009). En un entorno educativo, tales oportunidades surgen desde el punto de vista metodológico y desde los recursos educativos. Para ello, sugiere tener en cuenta que la enseñanza de la biodiversidad no ocurre de manera lineal y que, en los últimos años, se encuentra más enfocada en una educación para el desarrollo sostenible (Santos-Ellakuria, 2019).

Por tal motivo, los enfoques de aprendizaje en el tema hacen hincapié en los procesos participativos y la acción, de tal manera que el estudiante tenga en cuenta diferentes perspectivas y pueda establecer opiniones equilibradas mediante una enseñanza novedosa. Según Yli-Panula *et al.* (2018), los métodos de enseñanza dependen del contexto y de la asignatura, por lo que su elección dependerá del tipo de enfoque que se prefiera. El autor menciona que la instrucción práctica y la presentación del maestro son considerados los métodos de enseñanza más comunes; sin embargo, no son los únicos (Figura 4).

Figura 4. Principales métodos de enseñanza que promueven el aprendizaje de la biodiversidad



Fuente: Adaptado de Yli-Panula *et al.* (2018).

En una educación formal o no formal, es posible realizar itinerarios educativos para un aprendizaje más cercano de la biodiversidad (Morón-Monge *et al.*, 2020). Mediante esta técnica, se promueve la construcción del conocimiento a partir de la observación de los fenómenos naturales y la experimentación con el entorno. Según Santos-Ellakuria (2019), los itinerarios educativos forman parte del constructivismo social y son un eje fundamental en la educación, dado que el alumno toma un papel activo y construye su propio conocimiento mediante la experiencia que obtiene.

En ese contexto, la educación ambiental se convierte en un aliado para el aprendizaje de la biodiversidad. La educación ambiental se considera un componente fundamental y permanente para la educación en diferentes países, debiendo estar articulada en todos los niveles y modalidades del proceso educativo, en carácter formal y no formal. Esto, con base en que es una educación que pretende enseñar a las personas a tener un respeto hacia la naturaleza, como también para realizar comportamientos que ayuden a preservarla. Entonces, involucrar la educación ambiental en temas de educación sobre la biodiversidad, hará posible que los seres humanos puedan optar por estilos de vida más sostenibles (Ardoin, Bowers, y Gaillard, 2020).

Según Oai y Thanh (2019), la educación ambiental debe ser realizada en diferentes grupos de edades, incluso en la educación infantil, que puede ser implementada a través de actividades como el juego, aprendizaje, trabajo y demás. De esta manera, se desarrollan y apoyan actitudes, valores, habilidades y conocimientos relacionados con el medioambiente. En ese sentido, se consolida que la educación ambiental ayuda a dar respuesta a los problemas ambientales actuales a través de las generaciones futuras (Pires y Correia, 2020).

Por ejemplo, los jardines botánicos ayudan a promover la investigación, conservación de plantas y educación pública a través de cursos, recorridos o eventos. Tales espacios se convierten en una manera de conectar las comunidades con el mundo natural, de tal manera que motiven la actitud y acción individual en los estudiantes hacia un futuro más sostenible (Zelenika, Moreau, Lane y Zhao, 2018). Según Westwood, Cavender, Meyer y Smith (2021), tales áreas constituyen el ejemplo de una solución basada en plantas ante las crisis medioambientales que existen (Figura 5).

Figura 5. Rol de los jardines botánicos



Fuente: Tomado de Westwood *et al.* (2021).

La naturaleza se convierte, entonces, en el escenario de experimentación directa e *in situ* con fenómenos naturales y del aprendizaje humano. Existe una mayor evidencia en los profesores de educación primaria que muestran actitudes medioambientales sólidas ante los problemas actuales. Por tal motivo, el rol del educador es esencial, dado que permite preparar a los estudiantes a lograr afrontar los retos medioambientales y así, formar ciudadanos comprometidos con la conservación de la biodiversidad (Aznar-Díaz *et al.*, 2019).

Reflexiones de la Educación sobre la Biodiversidad

Hasta la fecha, la educación superior científica y técnica se enfrenta a un doble desafío. El primero consiste en desarrollar conocimientos novedosos a través de actividades de investigación y el segundo en encontrar formas efectivas de transferir dicho conocimiento a los estudiantes, sobre todo a quienes presentan necesidades y habilidades diferentes (Cesco *et al.*, 2021). Por tanto, se recomienda que la enseñanza de la biodiversidad debe llevar a la práctica lo que se realiza en el aula, debido a que la transferencia de conocimiento no ocurre de una manera inmediata (Wolff y Skarstein, 2020).

El aprendizaje de la biodiversidad se considera una parte esencial de la educación para la sostenibilidad. Lindemann-Matthies *et al.* (2009) mencionan que en las escuelas se

deben enseñar los diferentes significados, interpretaciones y usos de la biodiversidad; es decir, la educación debe abordar los niveles de especie, genética y ecosistema, incluir aspectos sociocientíficos y visiones del mundo biocéntricas y zoocéntricas (Schneiderhan-Opel y Bogner, 2019). Por tal motivo, es importante que el estudiante obtenga previamente las herramientas cognitivas necesarias que le permitan reflexionar, controlar y ejecutar su conocimiento ante problemas futuros (Artola, Mayoral y Benarroch, 2015).

En los próximos años, los niveles de contaminación incrementarán y se necesitarán medidas políticas más factibles, a fin de fomentar actitudes que promuevan la conservación de la biodiversidad. Watson *et al.* (2021) sugieren no fiarse de la presencia de parques nacionales o reservas para proteger la biodiversidad, sino también abordar los conocimientos locales y tradicionales. Además, Daigle y Vasseur (2019) recomiendan intensificar los programas educativos y revisar los planes de estudio a fin de formar jóvenes que piensen de una manera diferente. Es necesario, en este sentido, relacionar grupos diversos y multinacionales de investigadores en Biología junto a partes interesadas como maestros, autores de libros, científicos y demás. Asimismo, en avanzar hacia un enfoque interdisciplinario mediante alianzas científico-políticas (Heydari *et al.*, 2020; McComas *et al.*, 2018).

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

La biodiversidad representa un rol vital en todas las especies que habitan sobre la superficie terrestre, sin considerar únicamente a los seres humanos, pues su importancia también se encuentra en los aspectos no materiales de la calidad de vida y está relacionada con el derecho intrínseco que presenta cada especie (Wolff y Skarstein, 2020). Por ello, es necesario que se permita que los estudiantes puedan comprender fácilmente el concepto multidimensional de biodiversidad. De esta forma, no se perderá la comprensión humana sobre los problemas que afectan la biodiversidad y que llevan a reducir permanentemente las opciones de vida en todas las especies que habitan la Tierra.

Enseñar el concepto de biodiversidad en los niveles educativos se enfrenta a una serie de desafíos que no se encuentran únicamente en el estudiante. Desde el punto de vista del docente, se puede deber a una explicación del tema sin un hilo definido ni continuo; es decir, no aborda relación alguna con los ecosistemas o problemas ambientales (Morón-Monge *et al.*, 2020). Con base en ello, la temática puede aparecer de una forma incompleta o poco precisa en los libros de texto, ignorándose las cinco dimensiones que llevan a una perspectiva integral del término (De la Cruz y Pérez, 2020), pues se conoce que, en la enseñanza predomina la dimensión sistémica basada en clasificaciones taxonómicas de plantas y animales.

De la misma manera, Schneiderhan-Opel y Bogner (2019) sugieren que todo enfoque de educación sobre biodiversidad, ante todo, debe incorporar una definición científica que incluya los niveles de especie, genes y ecosistemas. Agregado a ello, Lía y Rivarosa (2015) reconocen que el conocimiento del docente ya no se encuentra únicamente en pensar lo que va a enseñar, sino también en preguntarse el cómo, para quiénes y por qué será necesario que sus estudiantes lo comprendan. Asimismo, Daigle y Vasseur (2019) expresan que es necesario realizar cambios en los planes de estudio; por ejemplo, que los enfoques educativos incorporen experiencias directas con la naturaleza, lo que permite un gran determinante en la cosmovisión y comportamiento de las personas.

En los últimos años, ha existido una preocupación mayor por la conservación de la biodiversidad; por ello, las metodologías de enseñanza resultan cada vez más novedosas. En un estudio de Pires y Correia (2020) se hizo uso de un video documental para concientizar a



la comunidad escolar, el resultado fue un proceso de descubrimiento y crecimiento frente a la realidad que existió. De acuerdo con Wolff y Skarstein (2020), el educador tiene un papel fundamental en estimular el interés por la biodiversidad, principalmente en las aulas de menores. Tales contactos tempranos, según Edison *et al.* (2017) influirá en las personas para aumentar su curiosidad y estar cada vez más cerca a la protección de la biodiversidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ardoin, N., Bowers, A. y Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, 241, 108224. doi: 10.1016/j.biocon.2019.108224

Artola, E., Mayoral, L. y Benarroch, A. (2015). Dificultades de aprendizaje de las representaciones gráficas cartesianas asociadas a biología de poblaciones en estudiantes de educación secundaria. Un estudio semiótico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 36-52. Recuperado de <https://bit.ly/3zeXxpZ>

Aznar-Díaz, I., Hinojo-Lucena, F.-J., Cáceres-Reche, M.-P., Trujillo-Torres, J.-M. y Romero-Rodríguez, J.-M. (2019). Environmental Attitudes in Trainee Teachers in Primary Education. The Future of Biodiversity Preservation and Environmental Pollution. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), 362. doi: 10.3390/ijerph16030362

Barrett, M., Belward, A., Bladen, S., Breeze, T., Burgess, N., Butchart, S., ... y Zwaal, N. (2018). *Informe Planeta Vivo 2018: Apuntando más alto*. Recuperado de <https://bit.ly/2XYv5Me>

Bartkowski, B. (2017). Are diverse ecosystems more valuable? Economic value of biodiversity as result of uncertainty and spatial interactions in ecosystem service provision. *Ecosystem Services*, 24, 50-57. doi: 10.1016/j.ecoser.2017.02.023

Cesco, S., Zara, V., De Toni, A., Lugli, P., Evans, A. y Orzes, G. (2021). The future challenges of scientific and technical higher education. *Tuning Journal for Higher Education*, 8(2), 85-117. doi: 10.18543/TJHE-8(2)-2021PP85-117

Ceballos, G., Ehrlich, PR y Dirzo, R. (2017). Aniquilación biológica a través de la sexta extinción masiva en curso señalada por pérdidas y disminuciones de la población de vertebrados. *Actas de la academia nacional de ciencias*, 114(30), E6089-E6096.

Daigle, C. y Vasseur, L. (2019). Is It Time to Shift Our Environmental Thinking? A Perspective on Barriers and Opportunities to Change. *Sustainability*, 11(18), 5010. doi: 10.3390/su11185010

De la Cruz, L. y Pérez, N. (2020). El saber escolar en biodiversidad en clave para resignificar su enseñanza. *Praxis & Saber*, 11(27), e11167. doi: 10.19053/22160159.v12.n28.2021.11167

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R., Molnár, Z., ... Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272. doi: 10.1126/science.aap8826

Donovan, T. y Flather, C. H. (2002). Relationships among north american songbird trends, habitat fragmentation, and landscape occupancy. *Ecological Applications*, 12(2), 364-374. doi:10.1890/1051-0761(2002)012[0364:ranast]2.0.co;2

Dudgeon, D. (2019). Multiple threats imperil freshwater biodiversity in the Anthropocene. *Current Biology*, 29(19), R960-R967. doi: 10.1016/j.cub.2019.08.002

Early, R., Bradley, B., Dukes, J., Lawler, J., Olden, J., Blumenthal, D., ... Tatem, A. (2016). Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature Communications*, 7(1), 12485. doi: 10.1038/ncomms12485

Edison, L., Pradeep, S. y Pradeep, N. (2017). Educating biodiversity. En S. Abdulhameed, N. Pradeep y S. Sugathan (Eds.), *Bioresources and Bioprocess in Biotechnology. Volume 1: Status and Strategies for Exploration* (pp. 143-165). Springer. doi: 10.1007/978-981-10-3573-9_7

Evers, C., Wardropper, C., Branoff, B., Granek, E., Hirsch, S., Link, T., ... Wilson, C. (2018). The ecosystem services and biodiversity of novel ecosystems: A literature review. *Global Ecology and Conservation*, 13, e00362. doi: 10.1016/j.gecco.2017.e00362

FAO. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. En resumen: Sostenibilidad en acción*. Rome, Italy: FAO. doi: 10.4060/ca9231es

Freudenstein, J., Broe, M., Folk, R. y Sinn, B. (2017). Biodiversity and the Species Concept — Lineages are not Enough. *Systematic Biology*, 66(4), 644-656. doi: 10.1093/sysbio/syw098

Gatti, R., Hordijk, W. y Kauffman, S. (2017). Biodiversity is autocatalytic. *Ecological*

Modelling, 346, 70-76. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2016.12.003

Havinga, I., Bogaart, P., Hein, L. y Tuia, D. (2020). Defining and spatially modelling cultural ecosystem services using crowdsourced data. *Ecosystem Services*, 43, 101091. doi: 10.1016/j.ecoser.2020.101091

Heydari, M., Omidipour, R. y Greenlee, J. (2020). Biodiversity, a review of the concept, measurement, opportunities, and challenges. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 4(4), 26-39. doi: 10.22120/jwb.2020.123209.1124

Hough, R. (2014). Biodiversity and human health: Evidence for causality? *Biodiversity and Conservation*, 23(2), 267-288. doi: 10.1007/s10531-013-0614-1

Jones, G. y Tingley, M. (2021). Pyrodiversity and biodiversity: A history, synthesis, and outlook. *Diversity and Distributions*. doi: 10.1111/ddi.13280

Klier, G. (2016). La naturaleza que se conserva: Una aproximación al concepto de biodiversidad. *Apuntes de Investigación del CECYP*, (27), 207-217. Recuperado de <https://bit.ly/2Z5pjcp>

Lía, A. y Rivarosa, A. (2015). La Didáctica de la Biología: tensiones que desafían la formación del educador en ciencias. En G. Bermudez y A. Lía. (Coords.), *Retos para la enseñanza de la biodiversidad de hoy. Aportes para la formación docente* (pp. 239-258). Córdoba, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de <https://bit.ly/2Xnmhmm>

Lindemann-Matthies, P., Constantinou, C., Junge, X., Köhler, K., Mayer, J., Nagel, U., ... Kadji-Beltran, C. (2009). The integration of biodiversity education in the initial education of primary school teachers: four comparative case studies from Europe. *Environmental Education Research*, 15(1), 17-37. doi: 10.1080/13504620802613496

Manhães, A., Loyola, R., Mazzochini, G., Ganade, G., Oliveira-Filho, A. y Carvalho, A. (2018). Low-cost strategies for protecting ecosystem services and biodiversity. *Biological Conservation*, 217, 187-194. doi: 10.1016/j.biocon.2017.11.009

Marselle, M., Hartig, T., Cox, D., de Bell, S., Knapp, S., Lindley, S., ... Bonn, A. (2021). Pathways linking biodiversity to human health: A conceptual framework.

Environment International, 150, 106420. doi: 10.1016/j.envint.2021.106420

McComas, W., Reiss, M., Dempster, E., Lee, Y., Olander, C., Clément, P., ... Waarlo, A. (2018). Considering Grand Challenges in Biology Education: Rationales and Proposals for Future Investigations to Guide Instruction and Enhance Student Understanding in the Life Sciences. *The American Biology Teacher*, 80(7), 483-492. doi: 10.1525/abt.2018.80.7.483

Moreno, E., López-Cortés, F. y Cedeño, E. (2021). ¿Qué creen y qué hacen profesores chilenos al enseñar biología en Educación Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 157-174. doi: 10.5565/rev/ensciencias.3024

Morón-Monge, H., Morón-Monge, M., Abril-López, D. y Navarro, M. (2020). An Approach to Prospective Primary School Teachers' Concept of Environment and Biodiversity through their Design of Educational Itineraries: Validation of an Evaluation Rubric. *Sustainability*, 12(14), 5553. doi: 10.3390/su12145553

Motokane, M. (2018). Biodiversity education: The importance of knowledge on concepts. En O. Finlayson, E. McLoughlin, S. Erduran y P. Childs (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2017 Conference: Research, Practice and Collaboration in Science Education* (pp. 1139-1145). Dublin: European Science Education Research Association. Recuperado de <https://bit.ly/3tJU5Cy>

Neumann, R. (2020). Biodiversity. En A. Kobayashi (Ed.), *International Encyclopedia of Human Geography (Second Edition)* (pp. 323-328). Amsterdam, Netherlands: Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-08-102295-5.10776-0

Oai, L. y Thanh, P. (2019). Integrating Nature Conservation and Biodiversity Education in Teaching in General schools in Vietnam. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340, 012052. doi: 10.1088/1742-6596/1340/1/012052

Oggero, A., Arana, M. y Natale, E. (2015). La diversidad de plantas con flores en la provincia de Córdoba. En G. Bermudez y A. Lía (Coords.) *Retos para la enseñanza de la biodiversidad de hoy. Aportes para la formación docente* (pp. 117-143). Córdoba, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de <https://bit.ly/2Xnmh>

Paseka, R., White, L., Van de Waal, D., Strauss, A., González, A., Everett, R., ...

Borer, E. (2020). Disease-mediated ecosystem services: Pathogens, plants, and people. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(8), 731-743. doi: 10.1016/j.tree.2020.04.003

Pérez-García, J. (2020). Causas de la pérdida global de biodiversidad. *Revista de la asociación colombiana de ciencias biológicas*, 1(32), 183-198. doi: 10.47499/revistaacsb.v1i32.219

Pérez-Harguindeguy, N., Enrico, L. y M. Díaz, S. (2015). ¿Qué es la Diversidad Biológica? (y por qué nos importa, cómo se genera y cómo se mide). En G. Bermudez y A. Lía (Coords.) *Retos para la enseñanza de la biodiversidad de hoy. Aportes para la formación docente* (pp. 25-55). Córdoba, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de <https://bit.ly/2Xnmhmm>

Pérez-Mesa, M. (2019). Concepciones de biodiversidad y prácticas de cuidado de la vida desde una perspectiva cultural. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (45), 17-34. Recuperado de <https://bit.ly/3hE5b7v>

Pires, C. y Correia, M. (2020). Vamos ao manguezal? Produção de um vídeo documentário para a conscientização da comunidade escolar sobre a preservação da biodiversidade. *REMEA-Revista Eletronica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, 37(3), 283-304. doi: 10.14295/remea.v37i3.11343

Quillama, G., Campos, S., Cobos, C., Inti, R., Cuba, J. y Abarca, O. (2020). *Concepto de Biodiversidad para Educadores*. Lima, Perú: Kartegraf.

Ripple, W., Abernethy, K., Betts, M., Chapron, G., Dirzo, R., Galetti, M., ... y Young, H. (2016). La caza de carne de animales silvestres y el riesgo de extinción de los mamíferos del mundo. *Ciencia abierta de la Royal Society*, 3(10), 160498.

Rogan, J. y Lacher, T. (2018). Impacts of Habitat Loss and Fragmentation on Terrestrial Biodiversity. En Z. Şen (Ed.), *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Springer. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10913-3

Sandifer, P., Sutton-Grier, A. y Ward, B. (2015). Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services*, 12, 1-15. doi:

10.1016/j.ecoser.2014.12.007

Santos-Ellakuria, I. (2019). Fundamentos para el aprendizaje significativo de la biodiversidad basados en el constructivismo y las metodologías activas. *Revista de innovación y buenas prácticas docentes*, 8(2), 90-101. Recuperado de <https://bit.ly/3AiccCh>

Schneiderhan-Opel, J. y Bogner, F. (2019). Between Environmental Utilization and Protection: Adolescent Conceptions of Biodiversity. *Sustainability*, 11(17), 4517. doi: 10.3390/su11174517

Sen, T. y Samanta, S. (2015). Medicinal Plants, Human Health and Biodiversity: A Broad Review. En J. Mukherjee (Ed.), *Biotechnological Applications of Biodiversity* (pp. 59-110). Berlin, Heidelberg: Springer. doi: 10.1007/10_2014_273

Shantz, A., Ladd, M. y Burkepile, D. (2020). Overfishing and the ecological impacts of extirpating large parrotfish from Caribbean coral reefs. *Ecological Monographs*, 90(2), e01403. doi: 10.1002/ecm.1403

Tilman, D., Clark, M., Williams, D., Kimmel, K., Polasky, S. y Packer, C. (2017). Future threats to biodiversity and pathways to their prevention. *Nature*, 546(7656), 73-81. <https://doi.org/10.1038/nature22900>

Torres-Porras, J. y Arrebola, J. (2018). Construyendo la ciudad sostenible en el Grado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2501-2501. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2501

Torres-Rodríguez, D. (2016). Formación docente en desarrollo sostenible para la preservación de la biodiversidad. *Aibi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 4(2), 19-27. doi: 10.15649/2346030X.393

Trauernicht, C., Brook, B., Murphy, B., Williamson, G. y Bowman, D. (2015). Local and global pyrogeographic evidence that indigenous fire management creates pyrodiversity. *Ecology and Evolution*, 5(9), 1908-1918. doi: 10.1002/ece3.1494

Naciones Unidas. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Recuperado de <https://bit.ly/39dXdxl>

van Weelie, D. y Boersma, K. (2018). Recontextualising biodiversity in school practice. *Journal of Biological Education*, 52(3), 262-270. doi: 10.1080/00219266.2017.1338596

Watson, R., Sebunya, K., Levin, L., Eisenhauer, N., Lavorel, S., Hickler, T., ... Reyers, B. (2021). Post-2020 aspirations for biodiversity. *One Earth*, 4(7), 893-896. doi: 10.1016/j.oneear.2021.07.002

Westwood, M., Cavender, N., Meyer, A. y Smith, P. (2021). Botanic garden solutions to the plant extinction crisis. *Plants People Planet*, 3(1), 22-32. doi: 10.1002/ppp3.10134

Wolff, L.-A. y Skarstein, T. (2020). Species Learning and Biodiversity in Early Childhood Teacher Education. *Sustainability*, 12(9), 3698. doi: 10.3390/su12093698

Yin, D., Ye, Q. y Cadotte, M. (2021). Habitat loss-biodiversity relationships are influenced by assembly processes and the spatial configuration of area loss. *Forest Ecology and Management*, 496, 119452. doi: 10.1016/j.foreco.2021.119452

Yli-Panula, E., Jeronen, E., Lemmetty, P. y Pauna, A. (2018). Teaching Methods in Biology Promoting Biodiversity Education. *Sustainability*, 10(10), 3812. doi: 10.3390/su10103812

Zelenika, I., Moreau, T., Lane, O. y Zhao, J. (2018). Sustainability education in a botanical garden promotes environmental knowledge, attitudes and willingness to act. *Environmental Education Research*, 24(11), 1581-1596. doi: 10.1080/13504622.2018.1492705