

Educación en Biodiversidad

Perspectivas y retos

Édgar Orlay Valbuena Ussa
Julio Alejandro Castro Moreno
Robinson Roa Acosta
Compiladores



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

Doctorado
Interinstitucional
en Educación

DIE

Universidad
del Valle

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Catalogación en la fuente - Biblioteca Central de la Universidad Pedagógica Nacional

Trayectorias y aportes pedagógicos para la educación en ciencias. Isabel Garzón Barragán y nueve autores más. – Primera edición. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2022.
298 páginas. —(Colección Cátedra Doctoral N.º 11)

Incluye: Referencias bibliográficas al final de cada capítulo.

Nota: Se encuentra un capítulo en portugués.

ISBN: 978-628-7518-20-9 (impreso)

ISBN: 978-628-7518-21-6 (PDF)

ISBN: 978-628-7518-22-3 (ePub)

1. Ciencia y Tecnología – Enseñanza. 2. Educación Ambiental - Enseñanza. 3. Métodos de Enseñanza. 4. Enseñanza Aprendizaje. 5. Metodología en Pedagogía. 6. Formación Ciudadana. 7. Educación. 8. Ciencias – Educación - Brasil. 9. Formación Profesional de Maestros. 10. Innovación Educativa. I. Martínez Pérez, Leonardo Fabio. II. Castro Moreno, Julio Alejandro. III. Cárdenas S., Fidel Antonio. IV. Zapata Castañeda, Pedro Nel. V. Tuay-Sigua, Rosa Nidia. VI. Perafán Echeverri, Gerardo Andrés. VII. Claret Zambrano, Alfonso. VIII. Niño Zafra, Libia Stella. IX. Marini Teixeira, Paulo Marcelo.

507 21ed.

CÁTEDRA DOCTORAL

Educación en biodiversidad.
Perspectivas y retos

Leonardo Fabio Martínez Pérez
Rector

María Isabel González Terreros
Vicerrectora de Gestión Universitaria

John Harold Córdoba Aldana
Vicerrector Académico

Fernando Méndez Díaz
**Vicerrector Administrativo
y Financiero**

Gina Paola Zambrano Ramírez
Secretaria General

Todos los derechos reservados

© Universidad Pedagógica Nacional

© Isabel Garzón Barragán

Leonardo Fabio Martínez Pérez

Julio Alejandro Castro Moreno

Fidel Antonio Cárdenas Salgado

Pedro Nel Zapata Castañeda

Rosa Nidia Tuay-Sigua

Gerardo Andrés Perafán Echeverri

Alfonso Claret Zambrano

Libia Stella Niño Zafra

Paulo Marcelo Marini Teixeira

Primera edición: Bogotá, 2021

ISBN impreso: 978-628-7518-20-9

ISBN PDF: 978-628-7518-21-6

ISBN ePub: 978-628-7518-22-3

doi: <https://doi.org/>

Colección: Cátedra Doctoral - n.º 11

*Trayectorias y aportes pedagógicos
para la educación en ciencias*

Hecho el depósito legal que
ordena la Ley 44 de 1993 y decreto
reglamentario 460 de 1995.

Este libro no puede ser
fotocopiado, ni reproducido total
o parcialmente, por ningún medio
o método, sin la autorización por
escrito de la universidad.

Preparación editorial

**Universidad Pedagógica Nacional
Grupo Interno de Trabajo Editorial**

Carrera 16A n.º 79 - 08

editorial.pedagogica.edu.co

Teléfono: (57-1) 347 1190 - (57-1) 594 1894

Bogotá, Colombia

Alba Lucía Bernal Cerquera

Coordinación

Maritza Ramírez Ramos

Edición

Nicolás Sepúlveda Perdomo

Corrección de estilo

Mauricio Salamanca

Diagramación y finalización de artes

Mauricio Esteban Suárez Barrera

Diseño de cubierta

Fechas de evaluación:

17-06-2021/25-06-2021

Fecha de aprobación:

16-04-2021

Édgar Orlay Valbuena Ussa

Autor

Julio Alejandro Castro Moreno

Robinson Roa Acosta

Compiladores

CÁTEDRA DOCTORAL

Educación en biodiversidad.
Perspectivas y retos



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores



ÍNDICE

PRESENTACIÓN	9
Isabel Garzón Barragán	
EDUCACIÓN EN CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE: HISTORIA Y DESAFÍOS ACTUALES PARA LA FORMACIÓN CIUDADANA	11
Leonardo Fabio Martínez Pérez	
ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EL PAPEL DE LA FILOSOFÍA EN LA INTEGRACIÓN DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL	33
Julio Alejandro Castro Moreno	
EVALUACIÓN Y DIFICULTADES DE APRENDIZAJE: DOS CAMPOS DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS	63
Fidel Antonio Cárdenas Salgado	
APORTES DE LOS ESTUDIOS SOBRE APRENDIZAJE Y COGNICIÓN A LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	87
Pedro Nel Zapata Castañeda	
LAS COMUNIDADES DE FORMACIÓN Y LOS COMPROMISOS QUE SE ATRIBUYEN	105
Rosa Nidia Tuay-Sigua	

CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE: APORTES PARA UN DEBATE EPISTEMOLÓGICO RESPECTO A SU CARACTERIZACIÓN A PARTIR DE UN ESTUDIO DE CASO	123
Gerardo Andrés Perafán Echeverri	
LOS ÚLTIMOS AVANCES INVESTIGATIVOS EN EL CAMPO DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS	167
Alfonso Claret Zambrano	
AUTONOMÍA DEL EXPERIMENTO EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS DE LA NATURALEZA. IMPLICACIONES PEDAGÓGICAS Y DIDÁCTICAS	197
Isabel Garzón Barragán	
BALANCE Y PERSPECTIVAS PEDAGÓGICAS SOBRE EVALUACIÓN Y CURRÍCULUM ESCOLAR: INVESTIGACIÓN DE EVALUANDO-NOS 2002-2017	219
Libia Stella Niño Zafra	
PANORAMA DA PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO BRASIL: UM OLHAR BASEADO NA PRODUÇÃO ACADÊMICA NO ENSINO DE BIOLOGIA (1972-2011).	253
Paulo Marcelo Marini Teixeira	
SOBRE LOS AUTORES	291

INTRODUCCIÓN

PERSPECTIVAS Y RETOS DE LA EDUCACIÓN EN BIODIVERSIDAD

La misión del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE), sede Universidad Pedagógica Nacional, de contribuir a la formación de investigadores del más alto nivel en el campo intelectual de la educación, la pedagogía y la didáctica, conduce a acciones de proyección social, tendientes a aportar a las discusiones y a las prácticas de los diferentes actores educativos. Así, este programa de formación posgradual ha configurado la Cátedra Doctoral en Educación y Pedagogía, en la que los investigadores comparten sus desarrollos académicos alrededor de temas educativos relevantes, en un espacio abierto que convoca a estudiantes y profesores de diferentes niveles de formación, a investigadores del campo de la educación y al público en general.

Como se ha vuelto tradición, las diferentes versiones de la Cátedra Doctoral en Educación y Pedagogía se transforman en libros, cuyos capítulos se originan en las lecciones impartidas por los especialistas del tema sobre el cual gira cada cátedra. En esta ocasión, tenemos el gusto de presentar el libro derivado de la XIII versión de la cátedra, denominada Educación en Biodiversidad: Perspectivas y Retos, en la cual se abordan elementos epistemológicos, ontológicos e ideológicos de la biodiversidad, especialmente su relación con la educación en biodiversidad, asunto contemporáneo relevante en el marco mundial, regional (latinoamericano) y colombiano, que con-

voca a diversos actores implicados en el conocimiento, la valoración, el uso responsable y la conservación de la biodiversidad.

En esta introducción se contextualiza al lector acerca de los orígenes de esta decimotercera versión, para luego realizar una síntesis de los temas tratados (agrupándolos en cuatro grandes categorías o partes) y finalizar con los agradecimientos a quienes han hecho posible el desarrollo de la cátedra y que, en consecuencia, sus memorias vieran la luz.

ANTECEDENTES DE LA XIII CÁTEDRA DOCTORAL: ORIGEN Y DEVENIR DE UNA PROPUESTA

Un equipo de investigadores, entre quienes nos encontramos los organizadores de la Cátedra y editores del presente libro, pertenecientes al Grupo Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias (CPPC), desarrolló en el 2018 el primero de una serie de proyectos de investigación que ha contado con la financiación de la Subdirección de Gestión de Proyectos-CIUP, cuyo título es “La biodiversidad como problema de conocimiento: Análisis documental sobre las características epistemológicas de la ‘biodiversidad’ e implicaciones para la formación de profesores” (código DBI-465-18). A grandes rasgos, como resultado principal de esa investigación elaboramos un sistema categorial que nos permitió entender la biodiversidad (en adelante BD) como un problema epistemológico multidimensional. Las dimensiones que identificamos y fundamentamos son: 1) biológica, 2) económico-política, 3) filosófica, 4) sociocultural y 5) educativa (Castro *et al.*, 2018a; 2018b; 2021).

Este andamiaje teórico fue el referente y el sustento para desarrollar la segunda fase de investigación: “La biodiversidad como problema de conocimiento: Análisis documental sobre las características epistemológicas de la ‘biodiversidad’ e implicaciones para la formación de profesores. Dimensión educativa en el ámbito nacional” (código DBI-490-19), igualmente financiada por la Subdirección de Gestión de Proyectos-CIUP. En ese estudio identificamos y analizamos los referentes epistemológicos sobre la BD y su enseñanza, que orientan los procesos educativos en cuatro programas colombianos de formación de profesores (tres de Licenciatura en Biología y el Ciclo Complementario de una Escuela Normal Superior de Cundinamarca). Cabe decir que se evidenció un énfasis en lo biológico, aunque se vislumbraron otros elementos que apuntan a una perspectiva multidimensional de la BD.

Con base en lo hallado en los proyectos aludidos, diseñamos el *syllabus* de un seminario para el DIE (sede UPN), titulado “Elementos para la comprensión multidimensional de la biodiversidad. Implicaciones educativas”, el cual se ofertó en el semestre 2019-II, y contó con la participación de tres profesores titulares del curso (quienes somos los editores del presente libro) y cuatro profesores invitados (tres colombianos y uno extranjero), la mayoría de los cuales participó posteriormente en la Cátedra. Esta perspectiva colegiada y este abordaje multidimensional propiciaron que los integrantes del Consejo Académico del Doctorado en Educación (CADE) nos sugirieran que dicho seminario podría ampliarse (invitando a más especialistas en el tema), para ser ofrecido como una versión de la Cátedra, lo que finalmente ocurrió.

Otro de los antecedentes de la Cátedra fue el panel “Complejización de la educación en biodiversidad”, que tuvo lugar en el marco del x Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental y “v Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología (2019), cuyos participantes luego presentaron sus respectivas lecciones en la Cátedra. Ese panel se derivó, en buena medida, del seminario doctoral mencionado y la discusión se realizó teniendo en cuenta las siguientes preguntas: ¿qué se entiende por BD?, ¿cómo se asume?, ¿cuál es la importancia de la enseñanza de la BD? y ¿qué perspectivas de enseñanza de la BD existen? Desde los diferentes puntos de vista se logró identificar que existen diversas posibilidades para poner en marcha, o robustecer, la educación en BD, no solo en Colombia, sino en otras latitudes.

Es así como se diseñó, programó, ofertó y llevó a cabo la XIII Cátedra Doctoral en Educación y Pedagogía (DIE-UPN) Educación en Biodiversidad. Perspectivas y Retos, la cual se desarrolló en dieciséis sesiones durante el periodo académico 2020-I. Las lecciones estuvieron a cargo de investigadores de universidades colombianas y del exterior. Hay que recordar que al transcurrir la tercera lección ya se había reportado el primer caso de COVID-19 en nuestro país, por lo que tuvimos que suspender las sesiones presenciales, hecho que de ningún modo implicó que la Cátedra se cancelara, sino todo lo contrario; las plataformas virtuales fueron un aliado imprescindible. Como es bien sabido, todas las lecciones se transmitieron vía *streaming* a través del canal de YouTube de la UPN (de hecho, están disponibles

en línea), esto favoreció la participación de personas de otras instituciones educativas nacionales e internacionales, la cual fue nutrida no solo por el gran número de asistentes, sino por la variedad en sus perfiles académicos (estudiantes y profesores de pregrado y de posgrado, profesores de Educación Básica y Media, educadores de espacios no convencionales, investigadores en educación, pedagogía y didáctica), y por la riqueza en las intervenciones de conferencistas y asistentes. Sin duda, este libro es un excelente complemento para ese otro material educativo que son los videos de las distintas lecciones.

Los diversos planteamientos de cada una de las lecciones nos permiten vislumbrar que hay un campo de investigación prolífico, en donde se pueden poner en discusión varias interconexiones de áreas de conocimiento y de acción, recordando que planteamos el estudio de las dimensiones biológica, económico-política, filosófica, sociocultural y educativa. Queda la pregunta sobre cómo se puede lograr la *interdimensionalidad*, y otras como: ¿cuál es el lugar de enunciación de estas dimensiones?, ¿político?, ¿biológico?, ¿sociocultural?, ¿filosófico? o ¿educativo?, ¿o es la educación desde donde se van a considerar todas estas dimensiones? Estos y otros interrogantes nos han brindado elementos de reflexión acerca de las posibles rutas a través de las cuales se podría enriquecer la multidimensionalidad de la BD, y sus aportes para una formación ciudadana comprometida con la protección de todas las formas de vida, además de la humana.

Las diferentes lecciones de la Cátedra —buena parte de las cuales se recogen en el presente libro— contribuyen con relevantes elementos de discusión, comprensión y proyección de la dimensión educativa de la BD, tanto en el ámbito escolar como extraescolar, y brindan contribuciones para la complejización y el enriquecimiento del currículo y de las prácticas pedagógicas y didácticas referentes a la enseñanza de la BD, especialmente en contextos ricos en diversidad biológica y cultural, como los latinoamericanos y en particular los colombianos.

Así las cosas, consideramos que nuestra propuesta multidimensional inicial de la BD se ha ampliado significativamente con los planteamientos de los conferencistas, cuyas producciones escritas son el sustento de esta publicación. Está pendiente la evaluación acerca de qué tanto hemos avanzado en la constitución de una perspectiva interdimensional de la educación en BD.

Antes de entrar en materia, es necesario aclarar que los capítulos se han organizado en grupos, teniendo en cuenta elementos comunes; por esta razón, la estructura del libro no refleja el modo en que se impartieron las lecciones cronológicamente. Así, el texto está dividido en cuatro partes: cuestiones epistemológicas; aspectos globales; dimensión cultural; y la relación entre la formación y ejercicio de los profesores y la enseñanza de la BD. No obstante, dada su heterogeneidad, el libro puede leerse en cualquier orden, dependiendo de los intereses del lector.

DIVERSAS PERSPECTIVAS DE LA EDUCACIÓN EN BIODIVERSIDAD

A continuación, presentamos cada una de las partes que conforman el libro, haciendo énfasis en los elementos comunes de los capítulos que las integran y enunciando las posibles tensiones que se pueden evidenciar. Igualmente, a modo introductorio, se hace una síntesis de los temas presentados por cada autor.

Primera parte: cuestiones epistemológicas

A la primera parte de este libro pertenecen los capítulos de González, “Biodiversidad: cuestiones epistemológicas, perspectivas regionales e implicancias educativas”; Castro, “Biodiversidad, biología de la conservación, ética ambiental y educación: relaciones poco exploradas”; Bernal, “Impacto humano sobre la biodiversidad y su evolución: implicaciones y retos en la dinámica educativa”; y Roa, “Educación en biotecnología y perspectivas para la biodiversidad”. En ellos se abordan, desde perspectivas diferentes, algunas cuestiones en común (aunque, como cabe esperar, en estas aproximaciones también se hallan enfoques que varían, ya sea complementándose o, incluso, oponiéndose). En todo caso, los trabajos que integran esta parte tienen un fuerte componente filosófico sobre la BD, en particular de carácter epistemológico, sin desconocer que también se tratan cuestiones de índole ontológica y ética.

En su contribución, González muestra en qué sentido los términos *diversidad biológica* (DB) y *biodiversidad* (BD), a pesar de estar estrechamente relacionados, no tienen el mismo significado. Mientras que el primero se centra en la medición (especialmente la riqueza de especies), el segundo tiene una clara connotación política, hecho que se pone de

manifiesto en su vínculo con la biología de la conservación, en la que, a su vez, cobran relevancia reflexiones desde la ética ambiental y la valoración de la *BD*. González enfatiza en los valores de uso directo y los valores de uso indirecto, mismos que se enmarcan desde una postura antropocéntrica, a la que hace frente el biocentrismo. Al respecto, el autor propone articular una perspectiva antropocéntrica moderada, que podría considerarse una salida al paradigma de la modernidad que nos separa (a los humanos) del resto de mundo viviente. Finalmente, González sitúa sus planteamientos en la región latinoamericana, con respecto a la necesidad de conservar la *BD* que la caracteriza, razón por la que cobran aún más relevancia las propuestas educativas que ayuden a formar una ciudadanía crítica y políticamente comprometida, capaz de entender las causas estructurales de los problemas ambientales y de actuar en consecuencia.

Castro, por su parte, aborda temas similares a los mencionados, pero desde otras orillas, lo que ayuda a complejizar las discusiones que se proponen. En particular, en este capítulo se parte de que la *BD* no puede entenderse como “toda la biología”, sino que hay que acotar la definición, de modo que tenga un carácter práctico, por lo que se inclina por la “trilogía de la *BD*” (cuyos niveles son: genético, específico y ecosistémico). No obstante, se reconoce que la trilogía tiene problemas de índole ontológica, lo que lleva al autor a discutir acerca de la dicotomía entre humanos y naturaleza, específicamente en lo que él denomina “la paradoja de Darwin” (centrada en la distinción entre selección natural y artificial). Es desde esta orilla que se pone de manifiesto que la *BD* es una noción normativa y cargada de valor, lo que conduce a relacionarla con la biología de la conservación, la ética ambiental y los valores que le asignamos a la diversidad viviente. En cuanto a la valoración, Castro muestra un panorama amplio de esos valores, enfatizando en el valor intrínseco, mismo que se analiza en detalle. Con base en ejemplos de especies invasoras en el ámbito colombiano, el autor muestra cómo los valores de la *BD* pueden entrar en conflicto, lo cual es el sustento para traer a colación las nociones de “antropocentrismo moderado” y “biofilia acotada”, las que, a su vez, pueden tener implicaciones educativas, principalmente en Latinoamérica.

El capítulo de Bernal versa fundamentalmente sobre la dicotomía que la modernidad ha establecido entre naturaleza y cultura, para

lo cual acude a la idea de Antropoceno, entendida como una nueva época geológica que se caracteriza, precisamente, por los impactos negativos de los humanos en el resto del mundo, en particular en la BD. Bernal enfatiza en dos actividades humanas que han cambiado radicalmente el planeta: la agricultura y la domesticación de animales (lo que ha transformado el acervo genético de muchas especies). Frente a esta dicotomía, la autora discute algunas vías de salida. Una de ellas es entender al humano como un híbrido entre naturaleza y cultura; otra, asumir la complementariedad entre naturaleza y cultura. A este respecto, Bernal esgrime algunas críticas pues, según ella, esa complementariedad implica que hay partes disímiles que se podrían unir en un todo homogéneo. Por ello, la autora se identifica con un pensamiento relacional, mediante el cual es posible evidenciar que entre naturaleza y cultura hay una continuidad, lo que está en consonancia con la idea de humano (como organismo biológico y cultural) como un holobionte. Por otra parte, Bernal pone de manifiesto que la acción humana es ambigua: dada su capacidad de destruir y proteger. Es en el ámbito de la protección que trae a colación la conservación biológica, con respecto a lo cual enfatiza la necesidad de tener en cuenta a las personas, en aras de garantizar el éxito de las zonas protegidas. Finalmente, en el ámbito educativo, la autora propone articular heurísticas enmarcadas en el pensamiento relacional, que ayuden a entender que nuestra naturaleza y nuestra cultura están estrechamente imbricadas.

El último capítulo de esta parte es el escrito por Roa. El tema central de su contribución es cómo la BD y la biotecnología devienen en fundamentos epistemológicos para la didáctica de la biología. Roa se adentra en cuestiones de orden histórico y epistemológico de la biología, para explorar las condiciones que propiciaron su constitución como disciplina científica. Así, en el transcurso histórico de la ciencia de lo vivo, se puede vislumbrar que esos dos ámbitos de indagación tienen características propias. En cuanto a la BD, el autor se enfoca principalmente en el nivel genético, que es, justamente, en el que tiene mayor incidencia la biotecnología. Con respecto a esta última, cabe decir que es la que ocupa la mayor atención en el capítulo. Entre otras cosas, se afirma que la biotecnología ha propiciado un cambio profundo de paradigma frente a la vida y lo vivo, y que ha de entenderse como una actividad que se nutre de varias disciplinas. Pero, quizá lo más sugerente es la forma en que Roa desarro-

lla la idea de que la biotecnología conlleva una intervención en la naturaleza (viviente) por parte de los humanos. Si bien esto podría conducir a manipular, industrializar y mercantilizar la vida, el autor ve el asunto desde otra óptica: la biotecnología puede ayudar a dinamizar los conocimientos sobre la *BD*, aportando elementos que contribuyan a su conservación. En consecuencia, no hay contraposición entre naturaleza y sociedad, sino que estas coexisten.

Como se puede apreciar, un tema recurrente que se trata en estos capítulos es la (¿supuesta?) dicotomía entre naturaleza y cultura o la dualidad naturaleza-sociedad o, en otros términos, naturaleza-ser humano. Los autores coinciden en que nuestra especie ha impactado notablemente las dinámicas planetarias; por ejemplo, al degradar los ecosistemas, al manipular lo viviente a través de procesos biotecnológicos (como la construcción de organismos transgénicos), o en los procesos de domesticación de plantas y animales (por medio de la selección artificial). Estos impactos, vistos a escala global, sugieren que el planeta, en su conjunto, está adentrándose en una nueva época geológica: el Antropoceno, que se caracteriza, entre otras situaciones, por el desencadenamiento de una crisis ambiental o, si se prefiere, de la *BD*. Para salvar esa dicotomía, que nos separa de la naturaleza y nos niega las credenciales para pertenecer al conjunto de la *BD*, los autores optan por diversas estrategias. Algunas de ellas son: apelar por un antropocentrismo moderado y crítico en consonancia con una biofilia acotada; el reconocimiento de que los humanos somos a la vez naturaleza y cultura, lo que implica recurrir al pensamiento relacional; y poner de relieve que entre naturaleza y sociedad no hay ninguna contraposición, lo que es solidario con la coexistencia entre biotecnología y *BD*.

Así las cosas, los autores sugieren, desde diferentes orillas, que esta dicotomía, entendida como un paradigma de la modernidad, podría ser superada al volver la mirada a las formas en que los pueblos aborígenes, o prehispánicos (en especial del contexto latinoamericano), conciben la *BD*, además de los modos en que se relacionan con ella (promoviendo un enfoque de diversidad biocultural con respecto a esas relaciones). Desde este punto de vista, se aboga por una perspectiva biocultural que enriquezca la ya de por sí vasta pluralidad epistemológica en torno a la *BD*. Esto es coherente con

el hecho de que los humanos valoramos la BD de muchas maneras (una forma de acometer esta discusión es trayendo a colación la ética ambiental), lo cual ha sido uno de los sustentos de la biología de la conservación, campo que, dado su carácter normativo, no da cuenta solo de cuestiones biológicas, sino, igualmente, políticas. En efecto, la BD también se vislumbra como un concepto normativo. Como lo apuntan los autores, el qué, el porqué y el cómo conservar debe implicar a las personas, y ello requiere del ámbito educativo.

Por lo anterior, es necesario establecer los fundamentos filosóficos de la BD (epistemológicos, ontológicos y éticos en particular), en aras de propiciar una educación que promueva la formación de ciudadanos críticos, que desplieguen el pensamiento relacional, políticamente comprometidos y ambientalmente responsables, lo que, sin lugar a dudas, redundará en la protección de la BD al enfatizar, entre otras cosas, que somos seres biológicos que han devenido en actores culturales.

Segunda parte: aspectos globales

Se presentan dos capítulos en los que se abordan discusiones sobre aspectos de orden global, correspondientes a *problemáticas mundiales y políticas internacionales* relacionadas con la BD y su enseñanza, las cuales fueron tratadas en las lecciones de Porras y Valbuena, respectivamente.

Porras presenta elementos de discusión sobre lo que identifica como el problema contemporáneo más importante de la humanidad: la crisis ambiental (asociada a la mercantilización de la naturaleza, la sobreeconomización del mundo, la escisión hombre-naturaleza, el hiperconsumo, la industrialización, la urbanización, el distanciamiento entre el pensamiento y el sentido de la vida, entre otros) derivada del proyecto de la modernidad; asimismo, establece relaciones con los procesos educativos, haciendo un abordaje desde el estudio de las representaciones sociales. Destaca elementos de la actual emergencia planetaria, enfatizando en la preocupante pérdida de la biodiversidad. Además, aporta elementos teóricos en la configuración de categorías para indagar posibles tendencias de dichas crisis, categorías que ilustra con resultados de la investigación realizada con un grupo de futuros profesores de Química en el ámbito colombiano. En

su estudio, evidencia cinco dominios de las representaciones sociales de la crisis ambiental: materialista, ético-moral, sociocultural, educativo y científico-tecnológico.

Valbuena presenta elementos de análisis que ayudan a comprender la configuración del constructo BD, desde la perspectiva de las políticas; esto, a partir de la revisión de materiales correspondientes a directrices y normas reguladoras sobre la biodiversidad en los niveles global y nacional, las cuales han incidido en las maneras de entender la BD, acceder a ella, protegerla, conocerla, valorarla y utilizarla. Asimismo, discute los retos e implicaciones que conlleva articular desde una perspectiva crítica el componente político-económico de la BD en la formación de profesores y en sus prácticas pedagógicas y didácticas

Tercera parte: dimensión cultural

Este apartado consta de tres capítulos que tienen como esencia de su contenido la cultura y sus posibles relaciones con la biodiversidad y la educación. En tal sentido, Pérez presenta “Concepciones de biodiversidad desde la diversidad cultural: un recorrido por La Chorrera-Amazonas, Colombia, como expresión de una selva humanizada”, en el que, a propósito de la etnia uitoto-muruy de La Chorrera-Amazonas, analiza sus concepciones sobre biodiversidad en relación con sus prácticas de cuidado y de articulación con el territorio, enunciadas y significadas desde la maloca, la chagra, el río y la selva. Para esto recoge las voces de sus pobladores, enfatizando en las mujeres, especialmente en una estudiante en formación inicial como maestra de biología. Por su parte, el profesor Prieto, en el capítulo “Biodiversidad en contextos territoriales-Amazonia” destaca la importancia de la biodiversidad del Amazonas y del conocimiento local y tradicional de las poblaciones indígenas para la sostenibilidad de los recursos naturales y reconoce la necesidad de incorporar lo anterior a los procesos educativos. Presenta estudios realizados en la Playa y los Lagos de Yahuaraca en la Amazonía colombiana con indígenas del resguardo Ticuna-Cocama, en donde, mediante entrevistas, conversatorios, cartillas y afiches elaborados por los pobladores identifica sus conocimientos ancestrales respecto a la diversidad de peces, su preservación, el manejo de sus relaciones con la naturaleza, y cambios en el paisaje de este territorio. Por su parte, Gómez, en el capítulo “Interculturalidad y biodiversidad en la escuela desde las voces de los

alumnos”, reflexiona desde la pedagogía crítica en torno al bienestar, el contexto, la identidad, la experiencia y el conocimiento ecológico ancestral de los niños y niñas indígenas como fundamento para la educación. Resalta el papel de la milpa —sistema agroecológico tradicional mexicano en que se siembra frijol, maíz y calabaza, entre otras hortalizas— como el conocimiento tradicional que es posible integrar al aula de clase por cuanto esta actividad puede ser vista como proyecto de vida de los estudiantes.

Los autores coinciden en poner de manifiesto la necesidad de tener en cuenta las voces y epistemologías de las comunidades indígenas, ya sea para la toma de decisiones, el uso de la biodiversidad, la comprensión de la dinámica de los ecosistemas, la formación de profesores de biología o la educación en la primaria y en la secundaria. En tal sentido, las comunidades son partícipes con sus conocimientos respecto a los ecosistemas acuáticos, en particular en cuanto a la dinámica ecológica, a la siembra tradicional, o sobre las relaciones entre naturaleza y biodiversidad y de esta con la cultura (biocultura) en territorios como la Amazonía colombiana (etnia uitoto-muruy de La Chorrera-Amazonas; indígenas del resguardo Ticuna-Cocama de la Playa y los Lagos de Yahuaraca) y México, bajo la categoría de contexto (en escuelas urbanas en Monterrey, y con estudiantes de pueblos indígenas de los Altos de Chiapas). Ponen de manifiesto la tensión devenida entre estos conocimientos tradicionales y los de Occidente, que buscan universalizar y estandarizar la epistemología; es decir, la manera de relacionarse con el mundo y con la producción y el uso del conocimiento, lo que incide en la autonomía y en su identidad cultural.

Contrasta en los capítulos el énfasis puesto por Pérez en el sustento teórico en cuanto a que la biodiversidad y la diversidad cultural proceden de un proceso evolutivo que se explica a través de cuatro categorías (diversificación biológica, diversificación del ser humano, creación humana de nuevos paisajes y creación humana de nuevas especies) que en una perspectiva integrada (Toledo *et al.*, 2019) “beben” de disciplinas de conocimiento como la biología, la antropología o la ecología. Prieto describe y resalta la importancia de la Amazonía en términos de su biodiversidad y diversidad cultural, reconoce que los conocimientos local y tradicional indígena son una

condición *sine qua non* para la sostenibilidad de los recursos naturales. Por su parte, Gómez, centrada en la niñez, manifiesta que la educación no solo es sociocultural sino además sociopolítica, y en ella se develan asuntos de jerarquía, poder y autoridad entre quien enseña —profesores que por lo general no pertenecen a la comunidad— y quien aprende. Resalta que es esencial tener en cuenta el bienestar, el contexto y la cultura en la educación y la investigación, e introducir contenidos de enseñanza relevantes sobre la milpa derivados de los grupos indígenas.

Pérez y Prieto recurren a la categoría territorio como sustento para establecer relaciones en las que se integran la diversidad biológica (plantas y animales) y cultural (a través de expresiones como la producción de artículos [vestidos, mochilas y máscaras]; artísticas, como los bailes; y espirituales); las dinámicas ecológicas en torno al río, la selva, el océano, la atmósfera, y las actividades de caza y pesca de los pueblos; y de autoenseñanza a partir de sus creencias y concepciones, asumiendo el territorio como el lugar de origen de sus pueblos, conocimientos y formas de vida, como parte de su historia. Gómez, entre tanto, propende por la categoría contexto para referirse a la necesidad de realizar estudios sobre el bienestar de la infancia y juventud, y el papel de la escuela en esos contextos específicos, antes de establecer estándares de educación mundiales, nacionales y regionales. Enfatiza que el aprendiz tiene como fundamento su historia de vida, las experiencias en los contextos por los que ha transitado.

En tal sentido, si bien los tres autores analizan la educación en la perspectiva cultural, resulta esencial abordar análisis teóricos que contribuyan a esclarecer el uso de las categorías territorio o contexto.

Cuarta parte: la relación entre la formación y el ejercicio de los profesores y la enseñanza de la biodiversidad

En lo que atañe a la *enseñanza de la BD*, esta obra incluye capítulos correspondientes a lecciones de la Cátedra cuyo énfasis estuvo en discusiones sobre aspectos didácticos y de la formación de profesores. Bermudez aborda elementos didácticos de la *BD*, especialmente en la enseñanza en secundaria; Lopera y Jiménez hacen un análisis de los documentos curriculares del Ministerio de Educación Nacional de Colombia respecto al abordaje de lo ambiental y la *BD*, y comparten

resultados de investigación referentes a la ambientalización curricular. Por otra parte, las lecciones de Fonseca y Amórtegui aportan referentes de formación de profesores sobre la enseñanza de la BD.

Bermudez contribuye con elementos de la didáctica de la BD relacionados con su conceptualización; las características de las concepciones alternativas de la BD de estudiantes de secundaria, en cuanto a sus componentes, las cualidades de las especies vegetales y animales (las actitudes, valoraciones y significados hacia estas especies), las relaciones entre concepciones de BD y aspectos socioculturales (género, lugar de residencia, condiciones socioeconómicas) y estudiantes de educación superior (conocimiento de componentes, atributos y actitudes hacia la BD). Además, comparte elementos conceptuales y propuestas de modelos escolares de la BD en cuanto a la estructura interna, la composición y el funcionamiento de la BD, como el caso de la estructura triádica de un ejemplo de modelización de la biodiversidad en una secuencia de enseñanza y aprendizaje que vincula tres planos: el concepto de biodiversidad (abstracto), el mundo de los fenómenos (real cercano) y el sistema material (concreto). Asimismo, presenta elementos de la modelización escolar de la BD, que implican describir, interpretar, hipotetizar, predecir/retrodecir, comunicar y negociar, diseñar y tomar decisiones, evaluar el modelo, y reflexionar sobre la actividad propiamente dicha (metamodelización).

Lopera y Jiménez analizan el abordaje de lo ambiental y la BD en las normativas educativas nacionales materializadas en los documentos curriculares del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (*Lineamientos curriculares, Estándares básicos de competencias, y Derechos básicos de aprendizaje*, enfatizando especialmente en el último). Complementariamente, comparten los desarrollos del grupo de investigación al que pertenecen, en lo que atañe a la ambientalización curricular en un programa de formación de profesores (mediante la transformación de los microcurrículos tomando como referencia casos como el cambio climático), así como una propuesta de currículo integrado tomando como referentes situaciones ambientales relevantes en Colombia.

Fonseca presenta resultados de investigación sobre la construcción del conocimiento profesional de un futuro profesor de biología (ámbito colombiano) en relación con la enseñanza de la BD, desta-

cando la naturaleza epistemológica de dicho conocimiento, como producto de la integración/transformación entre las fuentes experiencial (conocimiento derivado de la historia de vida, de la reflexión sobre la experiencia y el contexto) y académica (conocimiento didáctico y conocimiento biológico). De la integración enunciada, identifica cuatro conocimientos profesionales en relación con este concepto estructurante de la biología; así, la enseñanza de la BD y 1) el mantenimiento de la vida desde una perspectiva crítica, 2) el cuidado de sí y del otro y la posibilidad de salir adelante, 3) el mantenimiento de la vida desde la comprensión de las interacciones ecosistémicas, y 4) la estructuración de una forma de conocer. Por otra parte, además de referentes teóricos acerca del conocimiento profesional del profesor y la BD, comparte antecedentes sobre investigaciones de la enseñanza de la BD, desde la perspectiva de profesores de biología (concepciones de BD; e ideas, percepciones, actitudes, organización y contenidos curriculares, justificaciones, estrategias, dificultades en la enseñanza de la BD, y valor educativo del concepto).

Amórtégui expone antecedentes documentales (a nivel mundial), reflexiones y resultados de experiencias e investigaciones didácticas sobre la enseñanza de la BD en el marco de un programa de formación inicial de profesores (ámbito colombiano), enfatizando en las prácticas de campo en ambientes naturales, desde la perspectiva de la alfabetización científica, abordando casos como el trabajo didáctico con animales poco carismáticos. Destaca la importancia de las prácticas de campo en la formación, tanto de estudiantes como de profesores, por cuanto contribuyen a comprender las relaciones que conforman el fenómeno viviente en conjunto con su ambiente, así como a promover comportamientos pro ambientales y conciencia sobre aspectos de la conservación y la valoración de la BD.

Con base en lo planteado, el lector puede vislumbrar un panorama amplio de los temas que trata este libro, a partir de lo cual es posible identificar perspectivas bien fundamentadas sobre la educación en biodiversidad, principalmente en el ámbito latinoamericano. No obstante, los retos son innumerables, por lo que solo atinamos a decir que lo que entendamos por biodiversidad tienen importantes implicaciones educativas, especialmente para el quehacer del profesor desde su aula de clase, en la medida en que los modos como aborde la educación en biodiversidad conllevan consecuencias y desafíos

para aportar a la protección de la ²³diversidad biológica, del territorio y de la coexistente relación de las culturas con estos, lo que justamente en América Latina es preminente y uno de nuestros bienes más preciados.

AGRADECIMIENTOS

Tal y como lo señalamos en el primer apartado de esta introducción, la Cátedra así como la publicación de este libro fueron posibles gracias al concurso de diferentes personas e instancias de la UPN. Así, en primer lugar, queremos agradecer a la Subdirección de Gestión de Proyectos-CIUP por la financiación de los proyectos de investigación que han sido el origen de nuestra perspectiva “La biodiversidad como problema de conocimiento”, problema que tiene un carácter multi- e interdimensional. Cabe añadir que esos proyectos no habrían llegado a buen puerto sin la participación, propositiva y comprometida, de los demás integrantes del equipo de investigación. En particular, van los agradecimientos a nuestra colega Gloria Escobar, coinvestigadora de los proyectos referidos.

En segunda instancia, expresamos nuestra gratitud al Doctorado Interinstitucional en Educación (UPN), al CADE y, muy especialmente, al coordinador del programa, doctor Maximiliano Prada, por habernos alentado a proponer y desarrollar la Cátedra, y por su apoyo incondicional en el devenir de la misma. También damos las gracias a Yalenny Castro, asistente del DIE, por su colaboración constante en la realización de todas las lecciones, especialmente cuando estas se llevaron a cabo solo de manera virtual.

En efecto, la Cátedra no habría sido posible sin la participación de nuestros colegas, quienes tuvieron a su cargo las distintas lecciones. Les agradecemos inmensamente por haber aceptado la invitación a formar parte de esta propuesta, y por compartir con un público amplio sus valiosos conocimientos y experiencias. Con base en sus lecciones, podemos decir con optimismo que la educación en biodiversidad tiene un futuro promisorio, al menos en esta región del mundo que llamamos Latinoamérica.

Por último, pero no menos importante, damos las gracias a los asistentes a las distintas lecciones de la Cátedra, porque sus preguntas

y comentarios nos dieron luces acerca de cómo redactar de la mejor manera los escritos que se transformaron en los capítulos de este libro.

REFERENCIAS

- Castro, J. A., Valbuena, É., Escobar, G. y Roa, R. (2018a). *La biodiversidad como un problema de conocimiento: Sistema categorial preliminar* [Ponencia]. Tercer Congreso de la Asociación Iberoamericana de Filosofía de la Biología (AIFIBI), Bogotá, 27-29 de junio.
- Castro, J. A., Valbuena, É., Roa, R., Escobar, G. y López, M. (2018b). *Propuesta preliminar para configurar la biodiversidad como un contenido relevante en la formación de profesores de biología en Colombia: Un abordaje multidimensional* [Ponencia] *viii Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina (ADBA), Buenos Aires, 1-3 de agosto. <http://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/334>
- Castro, J. A., Valbuena, É., Escobar, G., Roa, R. y López, M. (2021). Multidimensionalidad de la biodiversidad: Aportes a la formación inicial de profesores de Biología en Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis*, número 50, pp. 131-148. doi: <https://doi.org/10.17227/ted.num50-11978>.
- Toledo, V. M. y Barrera, N. y Boege, E. (2019). *¿Qué es la diversidad biocultural?* Universidad Nacional Autónoma de México (Proyecto Papime: pe404318), en coedición con la Red para el Patrimonio Biocultural, Conacyt.

PARTE 1
CUESTIONES
EPISTEMOLÓGICAS
DE LA BIODIVERSIDAD

Biodiversidad: cuestiones epistemológicas, perspectivas regionales e implicancias educativas

Leonardo González Galli

INTRODUCCIÓN

En una primera aproximación, los términos *biodiversidad* (BD) y *diversidad biológica* (DB) parecerían tener un mismo significado que refiere a las distintas formas que adopta la vida en nuestro planeta. Sin embargo, el estudio del contexto en el que surgió el término BD sugiere que se trata de dos conceptos que, aunque evidentemente muy relacionados, no son iguales. El término BD surgió como una contracción lingüística de *diversidad biológica* y fue utilizado por primera vez en 1986 por Walter Rosen, durante la planificación de Foro Nacional de Biodiversidad en los Estados Unidos (Sarkar, 2007). Luego, el término (bajo la forma temporal *BioDiversity*) se hizo popular tras la publicación del libro *BioDiversity* editado por Edward O. Wilson (1988).¹ A partir de ese momento, la frecuencia de uso del

1. *Biodiversity II* (Reaka-Kudla et al., 1997) fue la secuela del libro editado por Wilson en 1988.

término no dejó de ascender. Igualmente rápida y contundente fue la instalación, a escala global, del objetivo de conservar la BD. Como cabe esperar con términos de tan amplio uso, no existe una única definición de BD que goce de un mínimo consenso (DeLong, 1996; Sarkar, 2007; Swingland, 2013).²

Comenzaré reseñando algunas definiciones de BD fuertemente ancladas en la biología para luego evidenciar sus limitaciones. Dicho análisis me permitirá poner en discusión los aspectos políticos del concepto, cuestión que quedará clara al analizar la relación entre la noción de BD y la “biología de la conservación”. A continuación abordaré las distintas perspectivas sobre el valor de la BD, para luego discutir algunas particularidades que el tema adquiere en nuestra región y la cuestión de en qué medida se necesita un cambio de paradigma epistémico. Finalmente, esbozaré algunas conclusiones provisionales y discutiré brevemente algunas implicancias de estos análisis para la educación.

DIFICULTADES PARA UNA DEFINICIÓN BIOLÓGICA GENERAL

28

Aunque los términos *diversidad biológica* y *biodiversidad* suelen utilizarse indistintamente, en este trabajo adoptaré la tesis de que el término BD, que como veremos es más reciente, tiene connotaciones que justifican que se lo distinga del de diversidad biológica. Aunque luego exploraremos en profundidad estas diferencias, en primera instancia puede decirse que el concepto de DB se corresponde con una visión restrictiva de la BD que se limita a los aspectos estrictamente biológicos de esta. Desde la biología, inicialmente, las definiciones y los intentos de cuantificar diversidad biológica estuvieron muy ligadas a la diversidad (entendida como el número) de especies. Luego se fueron incluyendo otras dimensiones, como las variaciones a escala genética y ecológica. A continuación, muestro algunas de estas definiciones y analizo brevemente algunos de sus aspectos más relevantes.

Algunas definiciones de DB que encontramos en la literatura son las siguientes: “la variedad de formas de vida, los roles ecológi-

2. Las dificultades para definir el término con precisión son tan serias que algunos autores (véase Santana, 2014) han defendido la conveniencia de su abandono total (para una réplica a Santana, véase Burch-Brown y Archer, 2017).

cos que ellas cumplen, y la diversidad genética que ellas contienen” (Wilcox, 1984, p. 640, citado por Murphy, 1988, p. 71);

La biodiversidad es un atributo de un área y específicamente se refiere a la variedad dentro y entre organismos vivientes, ensambles de organismos vivientes, comunidades bióticas, y procesos bióticos, sea que ocurren naturalmente o que han sido modificados por los humanos. (DeLong, 1996)

De acuerdo con Swingland:³

Varios autores han propuesto elaboraciones específicas y detalladas de esta definición. Gaston y Spicer (1998) propusieron una definición triple de “biodiversidad” —diversidad ecológica, diversidad genética, y diversidad de organismos— mientras que otros juntan los componentes genéticos y orgánicos, dejando las diversidades genéticas y ecológicas como los componentes principales. Estos últimos dos elementos pueden relacionarse con dos mayores sistemas de valores “prácticos” de uso directo genético y uso indirecto ecológico descritos por Gaston y Spicer (1998). Otros autores han enfatizado una aproximación jerárquica o una jerarquía de sistema de vida. (Swingland, 2013, p. 400)

Según el *World Wildlife Fund*, la diversidad biológica es “la riqueza de la vida sobre la Tierra, los millones de plantas animales y microorganismos, los genes que contienen y los intrincados ecosistemas que contribuyen a construir en el medio natural” (Primack y Ros, 2002, p. 25).

Como vemos, y a pesar del debate sobre la inclusión o no en la definición de factores abióticos —de lo que depende la consideración o no del nivel ecológico— (Swingland, 2013), desde el punto de vista estrictamente biológico se tiende actualmente a reconocer al menos tres dimensiones principales de la DB: diversidad de especies, diversidad genética, y diversidad de comunidades, ecosistemas e interacciones (Primack y Ros, 2002). En cada uno de estos tres niveles la investigación se ha centrado en los modos de cuantificar la DB y en el estudio de los factores que tienden a reducirla.

3. Todas las citas de fuentes en inglés han sido traducidas por el autor.

En cuanto a la diversidad de especies, los intentos de cuantificación implican estimar la llamada riqueza de especies (o *diversidad alfa* o *local*), que consiste en el número de especies de una dada localidad (se refiere a un área relativamente acotada o uniforme en cuanto al tipo de ambiente). Por su parte, la *diversidad gamma* (o *regional*) se refiere al número total de especies en unidades geográficas muy amplias, siempre que no existan obstáculos significativos a la dispersión dentro de la unidad geográfica considerada, de modo que la distribución refleje la selección de hábitat. Cuando en cada hábitat local están presentes las mismas especies, las diversidades alfa y gamma son iguales. Cuando cada hábitat tiene una composición de especies única, la diversidad gamma es igual a la diversidad alfa media multiplicada por el número de hábitat en la región. La *diversidad beta*, por su parte, hace referencia a la magnitud del cambio en la composición de especies al desplazarnos por un gradiente ambiental o geográfico dentro de una región, es decir, es una medida de la diferencia entre las diversidades alfa dentro de la región (Primack, 2008; Primarck y Ros, 2002; Ricklefs, 1998).

30

También puede resultar útil estimar otros indicadores relacionados con la *rareza* de cada especie. Entre las medidas utilizadas para cuantificar este aspecto se encuentra el índice de Simpson (la proporción con que cada especie contribuye al total en términos de individuos o de biomasa). Relacionado con este indicador está el de *equitatividad*, que puede adoptar un valor entre 0 y 1 (Begon *et al.* 1999).

En general, de acuerdo con Sarkar (2007), un buen indicador de la riqueza específica debería dar cuenta simultáneamente de (1) la riqueza en el número de especies, (2) la equitatividad (el grado en que la ocurrencia de las distintas especies es igual en una región), (3) la rareza de abundancia promedio (la baja ocurrencia proporcional de una especie en un área específica), (4) la rareza geográfica (la baja ocurrencia total de una especie en un área), (5) la distintividad (la singularidad taxonómica o fenotípica de una especie de un área) y (6) el efecto de la transferencia de abundancia (la medida en que las especies raras incrementan su proporción a medida que las no raras la reducen).

Sin embargo, ninguno de los indicadores antes comentados (ni ninguno de los otros cuya mención he omitido) logra captar todos estos aspectos de la diversidad específica. En cualquier caso, estos

estándares sugeridos por Sarkar bastan para llamar la atención sobre algunas dimensiones de la \mathcal{DB} menos evidentes. Tomemos como ejemplo la noción de distintividad. La subclase *sarcopterigii* (peces de aletas lobuladas o carnosas) está conformada por dos tipos de peces:⁴ los *coelacanthimorpha* (las dos curiosas especies de celacantos) y los *dipnoii* (las seis especies de peces pulmonados) (Cousseau, 2010; Hastings *et al.*, 2014). Una de las seis únicas especies vivientes de peces pulmonados es *Lepidosiren paradoxa*. Este extraño animal solo habita los pantanos y esteros de la zona tropical y subtropical de Suramérica, es decir, es un endemismo de la fauna neotropical (Berra, 2001). Así, la presencia de esta especie en una localidad (como los Esteros del Iberá en la provincia de Corrientes, Argentina, o en El Pantanal, en Brasil) confiere al lugar un valor extra en términos de \mathcal{DB} , ya que la fauna de esa área incluye a un representante de un grupo taxonómico que cuenta con poquísimas especies vivientes. Intuitivamente, este sería un valor agregado en términos de \mathcal{DB} , con independencia del número de especies presente en el lugar y demás indicadores de diversidad específica. Examinemos otra posible dimensión de la \mathcal{DB} : la comportamental.⁵ ¿No deberíamos considerar, por ejemplo, la migración un fenómeno biológico que enriquece la diversidad de una comunidad biológica? (Sarkar, 2007). Estos ejemplos sugieren que difícilmente un único indicador logra captar todas las dimensiones de la \mathcal{DB} .

Con respecto a la diversidad genética (Primack, 2008; Primack y Ros, 2002), en una población se utilizan varios indicadores. Debemos decir, en principio, que la estimación de la diversidad genética de una población es de gran importancia porque se admite habitualmente que a mayor diversidad genética mayor viabilidad (esto es, mayor probabilidad de sobrevivir durante cierto periodo). Entre los principales indicadores se encuentran el número de genes polimórficos (esto es, con más de un alelo), el número de alelos por cada gen polimórfico y la proporción de individuos heterocigotas para cada gen polimórfico. En general, las poblaciones pequeñas pierden diversidad genética más rápidamente que las grandes (Primack, 2008; Primack

4. Esta afirmación supone adoptar la clasificación tradicional en la que es válida la categoría "peces". Si, en cambio, adoptamos la clasificación cladística, entonces, los sarcopterigios incluirían a los tetrápodos, humanos incluidos.

5. Recientemente, se ha argumentado la necesidad de tener presentes, además, las tradiciones o culturas en animales no humanos (Brakes *et al.*, 2019), tales como la tradición de abrir nueces con piedras en ciertas poblaciones de primates en Suramérica (De Moraes *et al.*, 2014).

y Ros, 2002), esto se debe principalmente al mayor efecto de la deriva genética (es decir, a las fluctuaciones aleatorias de las frecuencias alélicas entre generaciones). Más en general, las poblaciones pequeñas tienen una menor viabilidad por problemas genéticos relacionados con la pérdida de diversidad genética (como dije, debido al efecto de la deriva genética), los altos niveles de endogamia (lo que incrementa la probabilidad de que alelos deletéreos recesivos se encuentren en homocigosis), las fluctuaciones aleatorias de las tasas de natalidad y mortalidad y las fluctuaciones aleatorias del ambiente (cambios en la abundancia de recursos o depredadores, alteraciones climáticas, etc.).

Por otro lado, es importante señalar que a la hora de estimar la viabilidad de una población el número de individuos y los estimadores de diversidad genética mencionados no son los únicos factores biológicos que se deben tener en cuenta. Es de especial importancia estimar también la proporción de individuos que efectivamente participan de la reproducción. Esto se debe a que diversos factores hacen que no todos los individuos participen de la reproducción, y cuantos menos lo hagan mayor será la pérdida de variación genética entre generaciones y, por lo tanto, menor será la viabilidad de la población. Por ejemplo, en una especie con un sistema de apareamiento polígínico (como el elefante marino) la proporción de machos que pasan sus genes a las siguientes generaciones es menor que en una especie monogámica (como la foca cangrejera). Esto se debe a que el hecho de que cada macho monopolice el apareamiento con varias hembras implica (si la proporción de sexos es, como suele serlo, cercana a 1:1) que muchos machos no podrán aparearse. La proporción de individuos que efectivamente se aparean constituye el tamaño efectivo de la población (Primack y Ros, 2002).

Por último, en relación con la dimensión ecológica, son varios los indicadores que se utilizan para estimar la δB de una localidad. Por ejemplo, se puede registrar la diversidad de ecosistemas. Así, podría pensarse que una localidad que presenta pastizales y una laguna es más diversa que otra que solo presente pastizales, incluso aunque esta última tuviera una mayor riqueza específica. Como ejemplo de otras consideraciones relevantes a escala ecológica podemos mencionar la importancia de conocer las especies clave, esto es, especies que por su rol en la trama de relaciones del ecosistema (competencia, depredación o parasitismo, entre otras) afectan la organización de

la comunidad biológica en un grado mucho mayor de lo que podría esperarse atendiendo solo a su abundancia o biomasa. Esa importancia implica que, por ejemplo, la desaparición de una especie clave de un ecosistema puede desencadenar una cascada de extinciones (Primack, 2008; Primack y Ros, 2002). Cabe mencionar que la estabilidad de las comunidades biológicas es otro factor que se tiene en cuenta en los intentos de mensurar el valor en términos de DB de un área, aunque no es clara la relación entre estabilidad y riqueza específica (Sarkar, 2007).

Finalizaré esta sección diciendo unas pocas palabras sobre los grandes patrones de distribución geográfica de la diversidad específica. Entre los hábitats con mayor biodiversidad (en general, las tres medidas de diversidad específica que hemos descrito se correlacionan positivamente) se encuentran los bosques tropicales lluviosos, los bosques caducifolios tropicales, los arrecifes de coral, los mares profundos y los grandes lagos tropicales (Primack, 2008). A escala global, el principal patrón es el incremento de la diversidad a medida que baja la latitud, patrón que se verifica tanto en ambientes terrestres como acuáticos. Por otro lado, dentro de una franja latitudinal, la diversidad tiende a aumentar con la productividad, la heterogeneidad y la adecuación de las condiciones físicas de los ambientes locales. Otra generalización posible es que las islas presentan una menor diversidad que áreas equivalentes en los continentes. Por último, a mayor volumen de nicho (esto es, en una primera aproximación, la cantidad de roles ecológicos existentes) mayor diversidad (Ricklefs, 1998). Esos patrones parecen bastante claros, aunque su explicación no resulte evidente en modo alguno (véanse Begon *et al.*, 1999; Ricklefs, 1998; Wilson, 1994).

Más allá de cuál sea la explicación de estos patrones de distribución geográfica de la DB , la observación de dichos patrones señala claramente que nuestra región (Latinoamérica y el Caribe en términos políticos, región neotropical en términos biogeográficos) es particularmente rica en DB .⁶ Así, por ejemplo, a partir del enfoque para la definición de sitios prioritarios para la conservación basado en la identificación de *hotspots* (Conservation International, s. f.), esto es,

6. Para una excelente introducción a la diversidad de los bosques neotropicales, véase Kricher (2008).

sitios con alta diversidad específica y alto número de endemismos⁷ (Myers *et al.*, 2000), varios sitios de nuestra región emergen como prioritarios, entre ellos los bosques tropicales de la región oeste de Colombia y Ecuador, los bosques atlánticos del sureste de Brasil, los bosques de las islas del Caribe, los bosques mesoamericanos, la sabana tropical de El Cerrado (Brasil) y los bosques templados de Chile (Primack, 2008). Como otro indicador de este hecho se puede mencionar que entre los doce países del mundo más biodiversos (en términos de riqueza específica y endemismos) el primer puesto lo ocupa Brasil, el tercero Colombia, el quinto México, el séptimo Perú, el undécimo Ecuador y el duodécimo Venezuela (Sarukhán y Dirzo, 2013). En síntesis, nuestra región cuenta con una *DB* notable, lo que, como veremos, tiene importantes consecuencias geopolíticas.

Las consideraciones desarrolladas hasta aquí derivan de un enfoque principalmente biológico. Pareciera, entonces, que la *BD* o *DB* son lo mismo y que, en cualquier caso, se trata de un aspecto cuantificable de los sistemas biológicos o, a lo sumo, de los ecosistemas. Sin embargo, los mismos autores que ofrecen esas definiciones suelen advertir que las mismas no captan totalmente lo que el concepto de *BD* encierra si se atiende a los usos actuales del término, en especial con relación a la acción conservacionista. Así, por ejemplo, Primack y Ros (2002) señalan que las medidas de la *DB* (riqueza de especies, heterocigosidad, entre otras) no captan totalmente el concepto de *BD* más complejo utilizado en la conservación. Pero ¿qué es, entonces, lo que estas definiciones dejan fuera? El siguiente comentario de Swingland (2013) nos da alguna pista de qué es lo que estamos dejando fuera respecto de las dificultades para definir *BD*:

[...] el término de jerga *biodiversidad* es, por su origen, fundamentalmente indefinible, una palabra populista inventada por conveniencia. Su invención ha tenido efectos beneficiosos al impulsar proyectos de investigación, principalmente en ecología y sistemática, y los científicos se han visto obligados a contribuir al debate por la necesidad de demostrar que la biodiversidad es útil para los humanos e indispensable para el correcto funcionamiento de los ecosistemas. La conservación (es decir, el manejo) de la biodiversidad es axiomática para estas dos preocupaciones y subyace a la necesidad científica de definir el término dentro del contexto que sea apropiado, ya que ninguna

7. Especies que solo se encuentran en una localidad geográfica.

definición general será adecuada cuando se aplique en una variedad de situaciones. (Swingland, 2013, p. 400)

Esta cita sugiere que lo que hemos dejado de lado en las definiciones puramente biológicas se relaciona con la acción en contexto. Esta observación me lleva a la siguiente sección (en la que nos basaremos, especialmente, en Sarkar, 2007) en la que defenderé la idea de que puede resultar útil considerar que la noción de *BD* (a diferencia de la de *DB*) hace referencia a alguna entidad que solo cobra sentido dentro de un proyecto político específico: el de la conservación de la naturaleza.

BIODIVERSIDAD Y BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

Sarkar (2007) señala que el término *BD* surgió al mismo tiempo que la biología de la conservación (*BC*), y que en el ámbito de la acción conservacionista el término no es tan ambiguo como la dificultad para consensuar una definición técnica sugiere. Retomando la idea de que *DB* y *BD* no se refieren exactamente a lo mismo, Sarkar señala que durante la primera década de existencia del término no se llevaron a cabo intentos de cuantificar la *BD*, lo que contrasta con la fuerte tradición cuantitativa en relación con el concepto de *DB*. Esto sugiere que las biólogas y los biólogos de la conservación consideraron que las medidas de la *DB* (antes desarrolladas por la ecología) no captaban totalmente aquello que, en este momento fundacional de su disciplina, les preocupaba centralmente. Sarkar propone que el carácter normativo de la *BC*, esto es, su pretensión de decir qué se *debe hacer* en relación con ciertos asuntos, podría explicar la necesidad de un nuevo enfoque conceptual y una terminología asociada. Más específicamente, el hecho de que la *BC* se desarrolle en ciertos contextos políticos dentro de los cuales las biólogas y los biólogos deben discutir y consensuar con otros actores (gestores, productores agrarios...) supone la necesidad de un concepto de diversidad menos técnico y más flexible, de modo que pueda adecuarse a esos diversos contextos y fines específicos.

De acuerdo con Takacs (citado por Sarkar, 2007, p. 400) el término *biodiversidad* se introdujo para favorecer el interés público por la conservación más allá de la protección de especies carismáticas, un cambio especialmente necesario para las regiones tropicales que no albergan a las especies más carismáticas, pero que presentan los

mayores índices de δB y de pérdida de diversidad por destrucción de ambientes. Dada la falta de consenso científico en relación con una definición adecuada de δB y con los mejores indicadores de diversidad, es comprensible que la creación de un nuevo término, no atado a las definiciones de los indicadores previamente utilizados, haya resultado adecuada para la acción política. Otra razón para despegar la idea de δB de los indicadores previamente definidos en la ciencia ecológica es que la acción política requiere un concepto de δB que sea fácilmente comprendido por no expertos (y una rápida mirada a los análisis de Sarkar 2007 deja clara la complejidad de la discusión en el ámbito científico).

Lo dicho no implica que los enfoques cuantitativos no tengan interés para la conservación. Así, por ejemplo, muchos años después de que las principales ideas y debates se hubieran instalado en términos cualitativos (a partir de mediados de la década de 1990), surgieron programas que concebían la planificación de la conservación en términos algorítmicos, lo que renovó el interés por la cuantificación de la diversidad.

36

En síntesis, es plausible sostener que el término y el concepto de δB surgieron como un instrumento retórico-conceptual novedoso adecuado a los fines de una nueva disciplina normativa, la biología de la conservación. En ese contexto, varias razones pueden haber motivado la invención e introducción del término δB : la falta de definiciones e indicadores consensuados en la ciencia, el hecho de que los existentes fueran difíciles de comprender para los no expertos, y el hecho de que no se percibiera que fuera necesario —al menos inmediatamente— cuantificar la diversidad. Después, cuando surgió la necesidad de cuantificar la biodiversidad para adelantar programas más específicos y rigurosos de conservación, hubo un retorno a los indicadores previamente desarrollados por la ecología (entre ellos, y en especial, pero no exclusivamente, la diversidad beta). Para entonces, sin embargo, el término *biodiversidad* ya era parte de la cultura popular, por lo que la polisemia siguió acompañando al vocablo, y sus múltiples usos aparecen hoy en día ligados a los contextos específicos en que tienen lugar las discusiones.

Dos aspectos más, abordados por Sarkar (2007), son, desde mi punto de vista, fundamentales. He mencionado que la biología de la

conservación es una disciplina que no solo pretende ser descriptiva y explicativa sino, además, normativa (Odenbaugh, 2019; Primack, 2008). Esto ha llevado a algunos autores a sugerir que el concepto de BD es normativo; así, por ejemplo, los intentos de los biólogos de la conservación por ligar la noción de BD a la de función ecosistémica son un esfuerzo por argumentar acerca de la necesidad de la conservación. Esto lleva a una segunda cuestión. En la medida en que la BD es parte de la acción política de la conservación, los contextos socioculturales se vuelven relevantes. Podría pensarse que esto no afecta lo que se entiende por *biodiversidad*. Sin embargo, y atendiendo al mencionado carácter normativo de la conservación, en la medida en que se entienda por *biodiversidad* “eso que es digno de ser conservado”, es esperable que la noción de BD varíe con los contextos socioculturales. Así, coincido con Sarkar, quien concluye su texto señalando que “En última instancia bien podrían ser la normatividad de la biología de la conservación y la necesidad de incorporar consideraciones sociopolíticas en diferentes contextos culturales lo que distingue la biodiversidad de los conceptos anteriores de diversidad ecológica” (Sarkar, 2007, p. 408). En el mismo sentido, Robin señala que “El de biodiversidad es un concepto fundamental en la gestión ambiental global actual. Es vista usualmente como una idea ecológica, pero también es una idea política y una herramienta para gestionar la naturaleza no humana” (2011, p. 25).

EL VALOR DE LA BIODIVERSIDAD

Como hemos visto, el concepto de BD está estrechamente ligado a la biología de la conservación o, en sentido más amplio, a la conservación, entendida como un conjunto heterogéneo de movimientos que buscan proteger los ambientes de los perjuicios ocasionados por la acción humana. La conservación es, entonces, un proyecto político, ya que la preservación de los ambientes frente a los factores antropogénicos implica ciertos cambios socioeconómicos y políticos más o menos profundos. Esta relación puede resumirse en que en buena parte del discurso conservacionista se afirma que el principal objetivo de la conservación es preservar la BD. Desde ya, semejante proyecto supone que la BD es algo bueno, valioso. Comenzaré esta sección reseñando, muy esquemáticamente, los valores que se atribuyen a la BD, para lo cual seguiré principalmente a Primack (2008).

Un esquema muy utilizado para clasificar los valores que se pueden atribuir a la BD se basa en distinguir valores de uso directo (VUD) de valores de uso indirecto (VUI). Antes de desarrollar estas ideas debemos aclarar que esta clasificación da por hecho que debemos conservar la BD porque esta implica ciertos beneficios para los seres humanos. Es decir, se asume una postura antropocéntrica en relación con la pregunta “¿para qué o por qué conservar?”, esto es, se parte del supuesto de que debemos conservar la BD porque nuestra supervivencia y bienestar dependen de ello. La principal alternativa es la postura “biocéntrica”, de acuerdo con la cual hay que conservar la BD porque todos los seres vivos tienen un derecho intrínseco a existir, por lo que los humanos no tenemos derecho a interrumpir los procesos ecológicos que los sustentan. Desde ya, esta dicotomía es demasiado esquemática, y oculta complejas cuestiones, pero, en cualquier caso, es útil para demarcar algunas grandes opciones. Volviendo al tema del valor de la BD (desde una perspectiva en principio antropocéntrica), entonces, podemos distinguir entre VUD y VUI.

El VUD (o “valor de *commodity*”) se refiere a los productos naturales que las y los humanos obtienen directamente, tales como los productos de la pesca. Pueden distinguirse el valor de uso por consumo, cuando el producto se consume localmente (por ejemplo, poblaciones que consumen lo que pescan) y el valor de uso productivo, cuando el producto es vendido en los mercados (por ejemplo, cuando la pesca se vende en un mercado local o se exporta).

El VUI, por su parte, se refiere a los *bienes públicos* derivados de la BD pero que no implican la cosecha de ningún producto ni la destrucción del recurso, por ejemplo, la recreación en áreas naturales. Dentro del VUI se incluye el llamado *valor de opción* (*option value*), que se refiere a la perspectiva de futuros usos beneficiosos para los humanos (por ejemplo, el potencial de obtener nuevas medicinas derivadas de productos naturales). Este potencial es lo que justifica la llamada *bioprospección*, es decir, la búsqueda sistemática de nuevos organismos que puedan ser utilizados para obtener algún beneficio económico, entre los que se destaca la búsqueda, por parte de organismos gubernamentales, laboratorios y universidades, de compuestos bioquímicos de utilidad farmacéutica. Esta cuestión implica complejos problemas de propiedad sobre los recursos naturales que retomaremos más adelante, ya que en estas cuestiones se juegan los factores

geopolíticos que definen una mirada regional de estos temas. El *valor de existencia*, por su parte, se refiere a la disposición de las personas a pagar por la protección de la BD, y el *valor de legado* a la disposición a pagar cierto costo para asegurar que la descendencia goce de los beneficios derivados de la BD.

Un aspecto importante del VUI es que, dado que no se trata productos recolectados directamente, los beneficios derivados de este tipo de valor no aparecen en las estadísticas económicas. Sin embargo, este tipo de valores es crucial. En primer lugar, porque el VUD depende de estos valores no mensurados. Por ejemplo, la posibilidad de extraer peces depende de que todos los componentes ecosistémicos hagan posible la existencia y continuidad de la población de peces explotada. Esto sucede a diferentes escalas, desde la existencia de las poblaciones de organismos que sirven de alimento a los peces explotados hasta la regulación global del clima. En segundo lugar, en este tipo de valores se incluyen factores cuya valoración es creciente, entre ellos valores culturales tales como la apreciación estética, la recreación y la educación. Todos estos beneficios indirectos son lo que suele llamarse “servicios ecosistémicos”.

Así, de acuerdo con los análisis más frecuentes (de los que el Primack 2008 puede considerarse representativo), los intentos de mensurar el valor económico de la BD deberían tener en cuenta simultáneamente todos estos valores.

Esta discusión me lleva al terreno de la ética ambiental, la rama de la filosofía que “[...] estudia la relación moral de los seres humanos con, y el valor y estatus moral de, el ambiente y sus componentes no humanos” (Brennan y Lo, 2016). Ya he adelantado la dicotomía entre posturas antropocéntricas y biocéntricas. La postura antropocéntrica supone ver a los demás componentes de los ecosistemas como medios para alcanzar fines que tienen a los humanos como beneficiarios. Esto implica una toma de posición en relación con la distinción entre valor instrumental y valor intrínseco. Como resulta evidente, tanto el VUD como el VUI discutidos en secciones previas asumen un valor instrumental: el valor de la BD reside en que es beneficiosa para nosotros los humanos. En cambio, de acuerdo con la postura biocéntrica, podríamos considerar que esos componentes no humanos tienen un valor intrínseco, esto es, son valiosos *per se* (son fines en sí mismos, y

no meros medios), con independencia de si contribuyen o no a nuestro bienestar (cuadro 1.2).

Lo primero que hay que decir con respecto a este debate es que, claramente, la cultura occidental tiene una fuerte impronta antropocéntrica: los humanos somos las únicas entidades que, en principio, tienen valor intrínseco (no instrumental). Los fundamentos de esta perspectiva pueden encontrarse, por ejemplo, en Aristóteles y Kant. Desde ya, las raíces religiosas judeo-cristianas de Occidente también han sido señaladas como la fuente de un antropocentrismo exacerbado que estaría en la raíz de la crisis ambiental (véase White [1967] para el señalamiento del cristianismo como causa de la crisis ambiental; Moncrief [1970] para una réplica a White; Nasr [1997], para un análisis del islam y la crisis ambiental, y Sayem [2018] para un análisis más amplio de la relación entre religión y crisis ambiental). Del mismo modo, el capitalismo (y la ciencia, como parte del Occidente capitalista) también es señalado con frecuencia como una de estas causas principales (Kempf, 2010; Löwy, 2011). La ética ambiental surge en la década de 1970 en gran medida a partir del cuestionamiento al antropocentrismo extremo occidental. Este cuestionamiento dio lugar a teorías antropocéntricas moderadas y a teorías no antropocéntricas. Entre los autores que iniciaron una teorización que buscaba alejarse de las perspectivas utilitaristas y economicistas, y que inspiró buena parte de las reflexiones de la naciente ética ambiental, se destacan el naturalista escocés (emigrado a Estados Unidos) John Muir (1838-1914) y el ecólogo y ambientalista estadounidense Aldo Leopold (1887-1948), así como el filósofo y ambientalista australiano Richard Routley (luego Richard Sylvan) (1935-1996).

Tabla 1. *Diferentes posturas en relación con los fundamentos éticos de la conservación de la BD*

Por qué conservar		Valor atribuido a la BD
Antropocentrismo	Valor instrumental	Valor instrumental directo
		Valor instrumental indirecto (Incluye valor de opción, valor de existencia, valor de legado).
Biocentrismo	Valor intrínseco	

Fuente:

Los debates sobre ética ambiental (por ejemplo, la cuestión del antropocentrismo versus el biocentrismo) se relacionan con algunos desarrollos de la ética clásica (cuadro 2). Tal como señalan Brennan y Lo (2016), estos debates nos remiten a preguntas más básicas que han sido el centro del análisis de la ética: ¿Qué entidades son intrínsecamente valorables? (es decir, de qué cosas puede decir que sean buenas o malas). ¿Qué determina que una acción sea buena o mala?

En relación con estas grandes preguntas, las teorías consecuencialistas consideran que la distinción bueno/malo es más importante que la distinción correcto/incorrecto. Así, lo que determina que una acción sea o no correcta son sus consecuencias: si estas son buenas, entonces la acción es correcta. El utilitarismo, una forma del consecuencialismo, considera el placer como el único valor intrínseco y el dolor como el único disvalor intrínseco. Así, las acciones buenas son las que contribuyen a un incremento del placer sobre el dolor en un balance general. De acuerdo con autores como Jeremy Bentham y Peter Singer, en ese balance general deben tenerse en cuenta todos los seres sintientes, no solo los humanos. Así, el privilegio concedido al ser humano en el antropocentrismo resultaría arbitrario (esto fue quedando cada vez más claro a medida que el avance en las ciencias animales mostraba que los animales no humanos son capaces de sentir dolor y placer). Mientras algunas autoras y autores que sostienen enfoques no antropocéntricos atribuyen valor intrínseco a cosas tales como los ríos, para las y los utilitaristas solo la capacidad de sentir dolor/placer sería relevante, por lo que muchos animales no humanos serían objetos morales, pero no así las rocas y los ríos. Estos últimos solo tendrían un valor instrumental, en la medida en que influyen en el bienestar de los seres sintientes.

Las teorías deontológicas, en cambio, consideran que el hecho de que una acción se califique de correcta o incorrecta es independiente de sus consecuencias. En cambio, existirían algunas reglas morales, y la observación o no de dichas reglas lo que determinaría si una acción es o no correcta. Esta postura implica recurrir a valores intrínsecos; por ejemplo, maltratar a los perros está mal porque estos son intrínsecamente valiosos. Una extensión de esta postura supone que todo organismo que busca su propio bienestar es intrínsecamente valioso; esta es la premisa fundamental del biocentrismo, de acuerdo con el cual todo ser vivo es valioso *per se*, sin importar si

tiene o no conciencia o capacidad de sufrir. Si se admite el biocentrismo, entonces, los humanos tenemos el deber moral de no dañar ninguna forma de vida. No cuesta mucho imaginar las dificultades a las que semejante postura lleva, razón por la cual, autores como Attfield (citado por Brennan y Lo, 2016) han sugerido la conveniencia de una perspectiva jerárquica en la que se admite que las personas tienen un valor intrínseco *en mayor grado* que otros seres que buscan su autopreservación.

Tanto la perspectiva de las defensoras y defensores de los derechos de los animales como la de las y los biocentristas son, en principio, individualistas. Esto excluye la obligación de proteger entidades tales como ecosistemas, lo que pone en cuestión la adecuación de estos enfoques para una ética ambiental. Esto ha llevado a autores como Callicott a proponer una “ética de la Tierra” (cercana a los planteos de Leopold). Sin embargo, esta perspectiva que solo atribuye valor intrínseco a la comunidad biótica como un todo tiene la desagradable implicancia de considerar a los individuos como eventualmente sacrificables por el bien de la comunidad (ante las acusaciones de “ecofascismo”, Willcott luego revisó su posición y admitió la atribución de valor intrínseco a los individuos).

En relación con las acusaciones de “ecofascismo” (véase Orduna, 2008), y siguiendo a Brennan y Lo (2016), son varias las razones por las cuales el movimiento conservacionista (centrado en la conservación de la BD) podría alejarse de la consideración de las necesidades de las poblaciones humanas vulnerables. Y esto, agregaría yo, tiene (al menos) dos problemas: 1) es éticamente cuestionable (al menos para quienes adherimos al imperativo moral de un mundo justo) y 2) es estratégicamente problemático (en la medida en que las personas perciban esta distancia difícilmente se comprometan con la causa conservacionista, y si algo ha quedado claro en la breve historia del movimiento es que no es posible hacer conservación *al margen de o, peor aún, en contra de* la gente). Volviendo a lo que señalan Brennan y Lo, el hecho de poner el foco en la preservación de áreas salvajes (este ha sido, históricamente el principal objetivo del conservacionismo, y lo sigue siendo en gran medida) ha implicado desatender los ambientes “artificiales” (que es donde la mayoría de la gente vive). Además, el estilo de vida que permite tener experiencias placenteras en áreas silvestres es, claramente, un privilegio de ciertas minorías. De hecho, el acceso de las mayorías a

dichas áreas las “arruinaría”. Así, la preocupación por las áreas silvestres es (fue inicialmente, y sigue siendo en gran medida), un asunto de “aristócratas naturales”. En esta línea, es frecuente que muchos conservacionistas señalen a las crecientes poblaciones del tercer mundo como la principal amenaza contra la naturaleza, apelando con frecuencia a la poco feliz metáfora de las poblaciones humanas como un “cáncer” o una “plaga” del planeta. Aunque en la actualidad el conservacionismo es un movimiento amplio y heterogéneo, dentro del cual “hay de todo”, sigue siendo frecuente esta ética elitista de lo salvaje, y, como señalan Brennan y Lo, no es nada claro cómo este enfoque centrado en la preservación de las áreas salvajes podría eventualmente democratizarse. Este es el tipo de ambientalismo contra el que nos prevenía el paleontólogo Stephen Jay Gould cuando escribió (creo que vale la pena citarlo *in extenso*):

Tenemos la obligación de afrontar un desagradable hecho histórico. El movimiento conservacionista nació en gran medida como un intento de las élites más ricas e influyentes por preservar la vida salvaje como coto de asueto y contemplación para los patricios (contra la imagen, por así decirlo, de hordas de inmigrantes domingueros vagando por el bosque con sus cestas de pícnic). Nunca nos hemos librado por entero de este legado, en el que el ecologismo es considerado algo opuesto a las necesidades humanas más inmediatas, especialmente respecto a los pobres y desheredados. Pero el tercer mundo se desarrolla, y en él se encuentran la mayor parte de los prístinos hábitats cuya preservación anhelamos. Los movimientos ecologistas no podrán triunfar hasta que convencan a la gente de que la limpieza del aire y del agua, la energía solar, el reciclaje y la reforestación son las soluciones óptimas (realmente lo son) de las necesidades humanas a escalas humanas (no de algún futuro planetario de inalcanzable lejanía). (Gould, 1994, p. 46)

Los debates entre las y los autores de las innumerables variaciones de estas posturas exceden en mucho lo que puedo decir aquí⁸. La utilidad de discutir la dicotomía valor intrínseco versus valor instrumental reside, según creo, en asomarse a la complejidad de estas cuestiones para, al menos, evitar algunas ingenuidades. En este sen-

8. Véase Brennan y Lo (2016) para una buena síntesis que, de hecho, tomé como guía para esta sección.

tido, la discusión previa basta para dejar claro que ambas posturas, en sus formas “puras” al menos, tienen problemas. Así, son muchas las autoras y los autores (Martín-López y Montes, 2015; Sala y Torchio, 2019) que han señalado la inadecuación de este par categorial para pensar los fundamentos éticos de la conservación.

Entre las alternativas que buscan escapar de esta dicotomía, Sala y Torchio (2019) mencionan las nociones de valor relacional, ecocentrismo o “tercera posición” y los enfoques bioculturales. En esta línea, y sin pretender resolver semejante cuestión, considero que una versión del antropocentrismo aceptable podría basarse en lo que Brennan y Lo llaman “ética de la virtud” (véase también Hursthouse y Pettigrove, 2018). De acuerdo con esta aproximación, la moralidad debe entenderse en términos de conceptos amplios, como honestidad y justicia. El foco, desde esta perspectiva, no se pone en qué es bueno o malo ni en qué acciones son correctas o incorrectas. En cambio, el análisis se centra en cuáles son las razones morales para actuar de uno u otro modo: por ejemplo, la amabilidad es una buena razón para ayudar a un amigo que está pasando un mal momento; esto es diferente de afirmar que ayudar a ese amigo es lo correcto de acuerdo con algún valor absoluto (como pediría la ética deontológica), o que hay que hacerlo porque de lo contrario se incrementaría el nivel general de sufrimiento (como pediría la ética consecuencialista).

En este enfoque se supone, además, que la principal preocupación de todo agente moral es vivir una vida plena (esta propuesta cuenta con antecedentes en Aristóteles y en el confucianismo). Se propone también que las virtudes humanas deben ser compatibles con las necesidades y deseos humanos, y es este punto el que revela este enfoque como una variedad del antropocentrismo. Sin embargo, tal como aquí lo entendemos, esta aproximación no supone un retorno al antropocentrismo extremo y cínico que ha dominado Occidente. Esto se debe a que vivir una vida virtuosa implica cuestiones tales como la amistad, y (de acuerdo con Aristóteles), uno no puede tener amigos verdaderos si no los valora por sí mismos, con independencia de los beneficios que tal amistad pudiera reportarnos. No resulta difícil dar un paso más para afirmar, como algunas autoras y autores han hecho (O’Neill, 1992), que esta necesidad de relaciones “virtuosas” con otros no tiene por qué limitarse a los seres humanos. De hecho, a la luz de las investigaciones que muestran los beneficios psicoló-

gicos (y de toda índole, en realidad) de las relaciones con diversas especies domésticas (véanse por ejemplo, Miklósi, 2017; Mubanga *et al.*, 2017) parece claro que vivir una vida virtuosa puede significar para muchas y muchos, tal vez para la mayoría, una relación de respeto con muchas otras criaturas y entidades naturales no humanas.

Tabla 2. Síntesis de las grandes corrientes de ética normativa

Grandes corrientes en ética normativa	
Consecuencialismo (incluye utilitarismo)	Es buena toda acción que maximiza globalmente ciertas consecuencias consideradas positivas (por ejemplo, es bueno ayudar a quien lo necesita porque eso maximiza la felicidad general).
Deontología	Es buena toda acción que responda a ciertas reglas absolutas (por ejemplo, es bueno ayudar a quien lo necesita porque eso está de acuerdo con la regla "trata a los demás como quisieras que te trataran").
Ética de la virtud	Es buena toda acción que encarna una virtud (es bueno ayudar a quien lo necesita porque eso sería caritativo).

Fuente:

Podemos, así, hablar de un antropocentrismo moderado basado en una ética de la virtud. Desde mi punto de vista, la vaguedad de este enfoque, lejos de ser un problema, es una de sus fortalezas ya que permite una flexibilidad que, a su vez, facilita un ajuste a los diversos contextos. Así, no está escrito quiénes son esos otros cuya consideración es condición para una vida plena y virtuosa. Cada comunidad e individuo lo decidirá, y podemos imaginar como ideal una progresiva ampliación del *círculo moral*⁹ que encierra a esos otros que hay que considerar.

LA CONSERVACIÓN VISTA DESDE NUESTRA REGIÓN

Dado el hecho mencionado de que los movimientos conservacionistas (en sentido amplio, desde la biología de la conservación en el ámbito académico hasta la militancia heterogénea) surgieron principalmente en los países desarrollados y en clases socioeconómicas acomodadas, es necesario preguntarse por las particularidades que el tema adquiere desde nuestra posición en el mundo. Al respecto, cabe cuestionarse si la agenda que imponen los países centrales a través de la academia y de las grandes ONG y fundaciones (como

Greenpeace, World Wildlife Fund y International Union for Conservation of Nature) debería ser también nuestra agenda (Orduna, 2008). En esta sección mencionaré brevemente tres puntos que constituyen las particularidades nuestra región (Latinoamérica y el Caribe) en relación con las problemáticas asociadas a la BD y su conservación.

La primera de estas particularidades ya fue mencionada: la nuestra es una región especialmente rica en BD. Esto implica que el modo en que nuestros países la gestionan está en la mira de las grandes organizaciones internacionales dedicadas a esta cuestión; pero además, implica una enorme responsabilidad para gobiernos y demás actores sociales: a diferencia de, por ejemplo, Europa, es mucho lo que nosotros tenemos para perder.

El segundo rasgo distintivo de nuestra región que mencionaré lo constituye su estructura socioeconómica, que tiene directas consecuencias para la conservación de la BD. Caracterizaré a continuación la situación de Argentina, asumiendo —a riesgo de sobresimplificar la cuestión— que dicha caracterización vale, en cierto grado al menos, para la mayoría de los países de la región. Siguiendo a Svampa y Viale (2014, cap. 1; véase también Svampa, 2019) Argentina se caracteriza por lo que se ha denominado el “consenso de la *commodities*”, esto es, una economía basada en la exportación masiva de materias primas con escaso valor agregado. La estructura de la economía internacional, que tiende a ubicar a nuestros países en el rol de proveedores de materias primas, ha supuesto así una reprimarización de la economía a pesar de los intentos de los gobiernos —en ciertos períodos, al menos— de fomentar la industrialización. Desde el punto de vista social, este proceso ha conllevado una profundización de la dinámica de la desposesión, esto es, una creciente concentración de tierras y recursos en manos de unas pocas grandes corporaciones transnacionales. Un concepto clave para esta semblanza es el de extractivismo, que debe ser entendido como “[...] un patrón de acumulación basado en la sobreexplotación de recursos naturales —en gran parte no renovables y en la expansión de las fronteras hacia territorios antes considerados como ‘improductivos’” (Svampa y Viale, 2014, p. 16)—. Otro rasgo de este “neoextractivismo desarrollista” es la escala de los proyectos de explotación, que solo cabe calificar de “megaproyectos”. Este tipo de actividad económica, como ya señalé, tiende a acentuar la explotación de los recursos por parte de unas pocas grandes cor-

poraciones al tiempo que ocasiona fragmentación y descomposición social en los territorios explotados e intensifica la dependencia de la economía nacional de los mercados internacionales. Tal como señalan estas autoras y autores, existe además, en el plano ideológico, una idea fuertemente instalada de inevitabilidad de este esquema económico, dadas las condiciones internacionales. Esto hace que las críticas y las propuestas alternativas sean vistas con frecuencia como poco realistas o irracionales. Otro aspecto importante de este panorama es que los costos ambientales de este modelo económico no recaen equitativamente sobre todos los sectores sociales (“injusticia ambiental”), siendo los pueblos originarios uno de los sectores más perjudicados.

Este estado de cosas ha provocado una creciente emergencia de conflictos socioambientales, dados por las luchas populares en contra de megaemprendimientos extractivistas fuertemente lesivos para el ambiente y las poblaciones locales. Estos conflictos se suceden ininterrumpidamente, lo que da cuenta del avance de las corporaciones sobre los territorios y, al mismo tiempo, del poder de las comunidades organizadas en la defensa de sus territorios. En Argentina se pueden mencionar casos como la exitosa lucha del pueblo de Esquel (provincia de Chubut) contra el proyecto de minería de oro de la empresa canadiense Meridian Gold (2003), la lucha (menos exitosa, en este caso) del pueblo de Gualeguaychú (provincia de Entre Ríos) contra la instalación en la costa uruguaya del río Uruguay de una planta papelera (desde el 2005) y, desde el 2012, la lucha de los pueblos de Famatina y Chilecito (provincia de La Rioja) contra nuevos emprendimiento mineros. Más recientemente, y a pocos días de asumido el nuevo gobierno de Alberto Fernández, en la provincia de Mendoza tuvieron lugar algunas de las manifestaciones populares más grandes de la historia en oposición a un intento del Gobierno provincial de reformar la ley que limita el tipo y magnitud de explotación minera permitida. Esta reforma buscaba una ampliación de las posibilidades de explotación en dicha provincia en favor de los intereses de las empresas mineras y con grandes costos ambientales. En este caso, la movilización popular fue exitosa y el Gobierno debió revertir la reforma legal (“En Mendoza, una victoria de la lucha contra la minería”, 1992).

Especialmente en Argentina y en Brasil, esta situación (y los graves problemas socioambientales que implica) se ha visto intensificada por las profundas transformaciones que han tenido lugar en

el sector agropecuario desde la década de 1990, de la mano del llamado modelo de agronegocios. Dicho modelo se caracteriza por el uso intensivo de biotecnología, especialmente de semillas transgénicas (siendo la soja resistente al glifosato la más utilizada en la región) y de “paquetes tecnológicos”, esto es, conjunto de semillas transgénicas y agroquímicos específicos para su uso en esos cultivos. Este proceso de transformación ha traído diversos perjuicios socioambientales, entre ellos, concentración de la propiedad de la tierra, migración del campo a las zonas urbanas, incremento en el uso de agrotóxicos y pérdida de biodiversidad.

Estos análisis me permiten identificar otro rasgo particular de nuestra región en relación con la conservación de la *BD*. Nuestros países conservan buena parte de la *BD* remanente y son objeto de presiones complejas y fuertes desde los países desarrollados. Por un lado, se nos condiciona para que estructuremos nuestras economías alrededor de la explotación de nuestros recursos para proveer materias primas a los países económicamente desarrollados y fuertemente industrializados. Por otro lado, las grandes organizaciones conservacionistas, en general con base en esos mismos países desarrollados, nos presionan en relación con la conservación de la *BD*. Por lo tanto, es imposible satisfacer ambas demandas. Debemos ser conscientes de cómo estas exigencias internacionales condicionan nuestras opciones y debemos enfrentar el desafío de abordar el problema desde una perspectiva soberana y regionalmente situada. El discurso ambientalista suele adoptar un internacionalismo que oculta que, a pesar de compartir un mismo planeta, los intereses a corto plazo de los diversos países no son los mismos. Tenemos así el desafío de lidiar con estos problemas a nuestro modo, sin confundir nuestras prioridades con las de los países desarrollados ni las de las internacionales ecologistas.

Finalmente, la tercera característica regional en relación con el tema que nos ocupa supone introducir, de algún modo, una nota positiva con respecto al panorama, más bien desolador, esbozado en los párrafos previos, y se refiere a la persistencia, en la región, de tradiciones que suponen formas de relación con la naturaleza más saludables. En este sentido, Sala y Torchio (2019) señalan que “un sentido de pertenencia y respeto por la naturaleza ha subsistido de algún modo en Latinoamérica a lo largo de los siglos y su historia de

colonización” (p. 234). Como ejemplos, los autores mencionan que en Colombia dos ríos han sido declarados sujetos de derecho, y que en Bolivia y Ecuador se han incorporado referencias a la Pachamama y al Buen Vivir en sus respectivas constituciones.

Estos reconocimientos formales se deben, en gran medida, a que dichos países tienen importantes poblaciones aborígenes que en los últimos años han ganado fuerza en términos de influencia política. Aunque está por verse el impacto de estos reconocimientos formales en términos de protección efectiva de ambientes y poblaciones, coincido con Sala y Torchio en que son hechos que evidencian la persistencia de culturas de respeto por la naturaleza. Y esto implica que hay un sustrato que potenciar y expandir, que ya hay algo en nuestra región multicultural —específicamente, elementos filosóficos de las culturas prehispánicas— a lo que apelar a la hora de promover sistemas socioeconómicos menos lesivos con el ambiente. Dadas las consecuencias ambientales y sociales —que aquí juzgamos fuertemente negativas— de las perspectivas tecnocráticas, cabe preguntarse, entonces, si no sería más inteligente buscar aproximaciones más plurales desde el punto de vista epistemológico y, en relación con esa intención, las culturas prehispánicas sobrevivientes son, sin duda, una rica fuente de conocimientos pertinentes y, probablemente, necesarios.

La cuestión de cómo podrían relacionarse las perspectivas más ortodoxas (que, entre otros aspectos, asumen criterios monetaristas de la BD y la supremacía hegemónica del conocimiento tecnocientífico) con otras más plurales me lleva al siguiente y último tema de este escrito.

¿MODERNOS, POSMODERNOS O ANTIMODERNOS?

Los problemas ambientales involucran virtualmente todos los aspectos de nuestra sociedad y su funcionamiento; además, es (casi) unánime la sensación de que las soluciones propuestas hasta el momento no están a la altura de la demanda. Por ello, no resulta extraño que dichos problemas lleven al cuestionamiento de los fundamentos últimos de la cultura dominante, esto es la “cultura occidental”, eurocéntrica, capitalista y basada en los ideales de la Ilustración y la modernidad. Podemos hablar, en este sentido, del cuestionamiento a un paradigma acerca del conocimiento. Siguiendo a Boaventura

Santos de Sousa (2009), de acuerdo con este paradigma moderno, el conocimiento científico se define a partir de una ruptura con el sentido común. Dicho conocimiento pretende estar basado en una observación rigurosa guiada por ideas precisas y claras e, idealmente, fundamentadas en última instancia en las matemáticas. Se trata de un conocimiento causal que aspira a formular leyes que permitan predecir los fenómenos. Los sistemas se estudian en condición de aislamiento, buscando que el conocimiento obtenido sea universal, esto es, válido en todo contexto. Significativamente, para este autor, se trata de un conocimiento que “[...] se pretende utilitario y funcional, reconocido menos por la capacidad de comprender profundamente lo real que por la capacidad de dominarlo y transformarlo” (Santos, 2009, p. 26). Otras autoras y autores, esta vez referentes en temas ambientales, expresan el mismo cuestionamiento al paradigma dominante de conocimiento. En este orden de ideas, plantearé, de un modo inevitablemente esquemático, una dicotomía que, lejos de pretender representar la complejidad y diversidad de posturas existentes, busca solo poner en evidencia algunas tensiones esenciales.

50

La cuestión podría plantearse en estos términos. Por un lado, tenemos autores a quienes llamaré *modernos*, que se identifican con la cultura y la forma de conocimiento dominantes. Como ejemplo podemos tomar a Steven Pinker (2018), para quien la Ilustración se basa en los principios de la razón, la ciencia (que sería el refinamiento máximo de la razón para comprender el mundo) y el humanismo (el privilegio del bienestar de hombres, mujeres y niños por sobre la gloria de la tribu, la raza, la nación o la religión), el progreso (entendido como el continuo mejoramiento de las instituciones humanas) y, finalmente, la paz. Estos autores suelen creer que, de hecho, en términos generales la humanidad ha mejorado desde la revolución científica, y, dado ese posicionamiento, consideran que los problemas ambientales (entre ellos la pérdida de *BD*) son uno más que demanda soluciones específicas y pragmáticas. En general, se trata de autores y autoras del ámbito académico de los países desarrollados. Aunque reconocen que los factores sociales y político-económicos son importantes, tienden a pensar que los problemas, y por tanto las soluciones, son eminentemente técnicas. Así, pueden reconocer que la militancia de los movimientos populares puede ser positiva o necesaria, pero solo para presionar a los gestores (principalmente a los gobiernos) para que hagan las cosas bien. Y “hacer las cosas bien” supone llevar

adelante políticas ambientales basadas en y guiadas por la investigación científica.

Así, por ejemplo, mientras muchas pensadoras y pensadores desde Latinoamérica ven en los cultivos genéticamente modificados una parte fundamental del problema ambiental (expansión de la frontera agrícola, concentración de la tenencia de la tierra, entre otros), los pensadores modernos (Pinker, 2018; Ridley, 2011) ven en dichas tecnología parte de la solución (cultivos de mayor rendimiento que reducen la superficie que es necesario cultivar, entre otras ventajas). Ellas y ellos supondrían que los malos resultados de la biotecnología en Latinoamérica se deben más a la mala política, gestores corruptos e ignorantes, que a los supuestos filosóficos que la sustentan. Más aún—y contra el pesimismo generalizado—, los modernos creen que las cosas están mejorando, incluso en materia ambiental (la superficie boscosa crece en los países desarrollados, las emisiones de contaminantes se están reduciendo, por mencionar algunos logros) (véase Pinker, 2018, cap. 10) y ven favorablemente una perspectiva denominada “*ecomodernismo*” (“Un manifiesto ecomodernista”, s. f.). Esta corriente da por sentado que la segunda ley de la termodinámica implica que la actividad humana generará inevitablemente un impacto negativo, que la industrialización ha sido buena para la humanidad, y que los conflictos entre bienestar humano y daño ambiental tienen soluciones técnicas (Balmford, 2012; Balmford y Knowlton, 2017). En síntesis, y en relación con los problemas ambientales, estos autores tienden a adoptar una postura tecnocrática que no pone en cuestión los fundamentos de la cultura dominante.

Sintomáticamente, estas autoras y autores son bastante eficaces en mostrar muchas medidas de ese progreso (por ejemplo, incremento de la esperanza de vida, erradicación de enfermedades infecciosas, reducción de todas las formas de violencia física, reducción de la pobreza en términos absolutos). Sin embargo, para sostener su visión optimista se ven en la obligación de negar, minimizar o matizar dos grandes problemas que a los ojos de las y los habitantes de Latinoamérica aparecen en primer plano: la creciente desigualdad socioeconómica y la pérdida de BD.

Por otro lado, tenemos autores a quienes llamaré *no modernos* (Leff, 2002, 2006, 2013; Santos, 2009), que consideran que la crisis ambiental (los modernos cuestionan incluso que quepa hablar de

“crisis”), lejos de ser consecuencia de los errores o la mala gestión de ciertos gobiernos, es el corolario inevitable y necesario de los supuestos filosóficos de la cultura dominante¹⁰. Así, para Enrique Leff, “la crisis ambiental es una crisis del conocimiento” (2006, p. 17). En este sentido, la tecnociencia no solo no parece una fuente prometedora de soluciones, sino que, más bien, se identifica con una de las principales causas del problema. Estas autoras y autores cuestionan la cultura dominante toda y, por lo tanto, las soluciones que proponen implican una fuerte ruptura epistemológica con las visiones tradicionales. Tal como señalé, esta dicotomía oculta variaciones que en ocasiones son de fondo. Por ejemplo, para algunos de ellos la solución pasa por abandonar el capitalismo sin renunciar a los ideales de la Ilustración (Kempf, 2010), mientras que otros van más allá para señalar la necesidad de mayor ruptura con los ideales epistémicos de la cultura europea. Por ejemplo, para Leff, el “saber ambiental” no puede ser contenido por las ciencias tradicionales ni por ninguna forma de interdisciplina concebible: “Más allá del conocimiento objeto y de las determinaciones de lo real, la interdisciplinariedad científica se desborda hacia el diálogo de saberes; el conocimiento sobre el medio se abre hacia su Otro: el saber ambiental” (2006, p. 49). Es decir, este saber se define por aquello que las formas dominantes de conocimiento han excluido:

El conocimiento, al fragmentarse analíticamente para penetrar en los entes, separa lo que está articulado orgánicamente en el orden de lo real; sin saberlo, sin intención expresa, la racionalidad científica genera una sinergia negativa, un círculo vicioso de degradación ambiental que el conocimiento ya no comprende ni contiene. [...]

El ambiente configura de esta manera un campo externo a las ciencias que no es reintegrable por extensión de la racionalidad científica a estos espacios negados y a esos saberes olvidados. El ambiente es el Otro del pensamiento metafísico, del logos científico y de la racionalidad económica. (Leff, 2006, pp. 49-50)

Esos saberes olvidados lo fueron, en gran medida, como consecuencia de que el conocimiento científico se erigió como el único

10. Este tipo de críticas tiene sus primeros antecedentes en el cuestionamiento a la idea de progreso asociada a los ideales de la Modernidad desarrollado por los autores de la “Escuela de Frankfurt” (Bohman, 2021).

válido, lo que llevó, según estos autores, a un “epistemicidio”.¹¹ Es difícil no ver en posturas como la de Santos un manifiesto francamente anticientífico: el conocimiento científico sería un

[...] conocimiento mínimo que cierra las puertas a muchos otros saberes sobre el mundo, el conocimiento científico moderno es un conocimiento desencantado y triste que transforma la naturaleza en un autómatas, o como dice Prigogine, en un interlocutor terriblemente estúpido. Este envilecimiento de la naturaleza acaba por envilecer al propio científico en la medida en que reduce el supuesto diálogo experimental al ejercicio de una prepotencia sobre la naturaleza. (Santos, 2009, p. 37)

Así, mientras algunas y algunos, como Santos, apuestan a superar el enfoque reduccionista y “fragmentador” de la ciencia *mainstream* con enfoques teóricos y epistemológicos tales como la dialéctica, la teoría de sistemas o las teorías de sistemas complejos, otros, como Leff, consideran que incluso tales enfoques se muestran como limitantes a la hora de pensar una alternativa la situación actual y definen el saber ambiental por oposición a la ciencia.

Intentando (como hice con respecto a los dilemas de la ética ambiental) encontrar una suerte de tercera vía, considero que, tal vez, la perspectiva más viable sea abandonar las pretensiones de salirnos de nuestra cultura (como si tal cosa fuera posible) pero, por así decirlo, intentar habitar esta cultura de un modo profundamente crítico. Esta postura implica, centralmente, reconocer las limitaciones de los enfoques tecnocráticos. Sin embargo, de ningún modo equivale a renegar de la ciencia y, menos aún, ejercer la anticiencia. Así, parto de suponer que la ciencia actual constituye el mejor ejemplar de forma de conocimiento de base empírica para la predicción y manipulación de los fenómenos. No obstante, al mismo tiempo reconozco que la ciencia no podría ser la única mirada del mundo por adoptar si lo que buscamos no es solo la manipulación eficaz del mundo físico sino, más bien, llevar adelante una vida plena y digna (esto último es central en el paradigma del Buen Vivir, ligado a cosmovisiones indígenas y que ha sido desarrollado por autores como Santos [2010] y Farah y Vasapollo [2011]).

11. Véase Santos (2017) para una exposición completa de los conceptos de epistemicidio e injusticia social.

En relación con la posibilidad de una postura moderna pero crítica, hay que señalar que muchos de los aspectos negativos atribuidos por los críticos al conocimiento científico no son tales o, más bien, son rasgos que ciertos filósofos creyeron en algún momento que debería observar la ciencia. Así, por ejemplo, Santos (2009) caracteriza al (presunto) paradigma dominante (pero en crisis) como basado en la noción de ley natural y causalidad, en la dicotomía entre humanos y naturaleza, en un determinismo mecanicista, en una convergencia entre intereses científicos y militares-económicos, etcétera. Sin embargo, ideas tales como que el conocimiento debe basarse en la identificación de leyes causales no son, de ningún modo, un rasgo general del conocimiento científico. Este puede haber constituido un ideal epistémico al que se pretendía llegar en ciertas ciencias y en ciertas épocas, pero los problemas de ambas nociones (ley y causa) fueron reconocidos hace mucho tiempo por distinguidos científicos y filósofos que, por lo demás, no reniegan de los valores de la Ilustración ni pretenden reemplazar el paradigma científico por otro. Así, por ejemplo, algunas de las principales corrientes epistemológicas actuales, más específicamente aquellas ligadas al semanticismo, o perspectiva modelo-teórica (Giere, 1992, 2006), no consideran que las nociones de ley o causalidad sean centrales al modo de ver el mundo propio de la ciencia. Plantean, en cambio, que lo principal es la construcción de modelos —entidades abstractas que guardan una relación analógica con la realidad—, lo que implica un realismo moderado y una aproximación necesariamente perspectivista a la realidad. Esto, a su vez, impone la necesidad de un pluralismo teórico en nuestro intento de comprender la compleja realidad. Entonces, se pueden reconocer como inviables algunas pretensiones epistémicas científicas que se sostuvieron en algún momento sin renunciar al proyecto de comprensión científica del mundo. Lo mismo que acabo de señalar para cuestiones epistemológicas puede decirse de las cuestiones sociológicas (el reconocimiento del necesario interjuego entre la ciencia y los factores económicos, militares, ideológicos, etc.). El actual reconocimiento del rol que desempeñan los valores no epistémicos en la ciencia basta para romper con ese ideal ingenuo del científicismo (Echeverría, 2002; Gómez, 2014). Así, la ciencia cuestionada por Santos y otros bien podría ser un “hombre de paja”: fácil de derribar, pero inexistente.

La postura que definiendo supone, como he mencionado, una pluralidad teórica, pero ¿se trata de pluralidad de teorías científicas o de una pluralidad más amplia dispuesta a dar lugar a saberes no científicos? Esto último es lo que reclama Leff cuando habla del “diálogo de saberes” (2006). En principio, podría pensarse que lo primero es seguro (y ya sería un gran avance), y que lo segundo constituye un desafío interesante que vale la pena enfrentar. En nuestra región esta búsqueda de un diálogo de saberes implicaría principalmente un diálogo con los saberes de los pueblos originarios. Ya hay en la región ejemplos (aún escasos y aislados) que van en esta dirección; por ejemplo, en Lima (Perú) se están recuperando saberes aborígenes para la gestión del agua (Ochoa-Tocachi *et al.*, 2019).

En la misma línea, en Neuquén (Argentina), en noviembre de 2021 se inauguró el primer hospital intercultural que, además de médicos y médicas de formación científica, incluirá *loncos* de la comunidad mapuche local. Este tipo de experiencias tienen antecedentes en Chile (Origlia, 2019). La idea de integrar saberes es más una declaración de intenciones que un programa de acción concreto, y mal haríamos en ocultar las contradicciones y tensiones que semejante propuesta supone. Por ejemplo, la pretendida horizontalidad en ese diálogo de saberes no puede —al menos por el momento— ser tal: la ciencia es la forma de conocimiento que la cultura dominante considera superior, y mientras eso sea así, no habrá verdadera horizontalidad. En consecuencia, el mayor espacio que se dé a otros saberes será, por ahora, una suerte de acto de benevolencia epistemológico por parte de los poseedores del saber superior. No estoy diciendo, desde ya, que esté bien que sea así, ni siquiera que resulte inevitable; solo estoy diciendo que, de hecho, es así. Pretender lo contrario es una forma de engaño, y eso no podría llevarnos por buen camino. ¿Qué hacer, por ejemplo, si alguna prescripción derivada de la medicina tradicional mapuche entra en contradicción con una derivada de la medicina científica? Como cabe imaginar, no solo hay problemas epistemológicos implicados en estos asuntos, sino también, por ejemplo, legales. En cualquier caso, cada vez más, y desde diferentes posturas epistemológicas, se señala la necesidad de diversificar las miradas sobre los problemas ambientales. Parece que, pese a las incertezas, contradicciones y dificultades, ese es el camino que deberemos transitar en los próximos años.

Así, por ejemplo, desde nuestra región, Sala y Torchio (2019) adoptan la denominada perspectiva socioecológica para pensar lo ambiental. Dicho enfoque supone que los componentes que integran un ecosistema, incluidos los elementos humanos, no solo interactúan, sino que se interpenetran, de modo que se refiere al elemento humano como “sociedades humanas en la naturaleza”, como un sistema anidado, en lugar de “sociedades humanas y naturaleza”. Los sistemas socioecológicos serían sistemas complejos adaptativos en los cuales las sociedades humanas están embebidas en la naturaleza. Vemos en este ejemplo que la superación de la dicotomía entre seres humanos y naturaleza no requiere abandonar los ideales epistémicos de la Ilustración como un todo, aunque tal vez sí su transformación y adecuación. Buscando una tercera posición en relación con la dicotomía entre valor instrumental (basado en una ética utilitarista/consecuencial y asociada al cartesianismo o materialismo mecanicista) y valor intrínseco (basado en una ética deontológica y asociado al idealismo) Sala y Torchio (2019) adoptan una perspectiva dialéctica “... que busca capturar ‘una totalidad moviente’, donde cada ‘parte’ está en relación interna con el ‘todo’: cada parte mediatiza el todo, y el todo mediatiza cada parte”. Estos autores consideran que este enfoque captura más adecuadamente la naturaleza de los sistemas ecológicos. Sostienen, además, que les permite ver los problemas desde múltiples perspectivas y alcanzar la conciliación más parsimoniosa y razonable dada la información y posturas contradictorias en juego. Dicen estos autores que su propuesta implica

[...] un abandono del paradigma clásico cartesiano, o ciencia normal [...] en la que se basa la investigación en conservación dominante [...] el conocimiento científico y el no-científico tienen (deberían) el mismo peso, y ambos son tenidos en cuenta en el proceso transdisciplinario de co-diseño y toma de decisiones. (Sala y Torchio, 2019, p. 235)

Como vemos, esta postura nos lleva a los mismos dilemas que la de Leff, hacia un cierto rechazo de la ciencia y hacia alguna forma de relativismo. Y, nuevamente, me pregunto si es necesario adoptar posturas como la dialéctica, dado que al menos algunas de sus grandes virtudes están disponibles en perspectivas críticas interiores al paradigma epistémico dominante. Así, por ejemplo, la perspectiva modelo-teórica de Ronald Giere sobre la ciencia nos obliga a una

pluralidad teórica sin renunciar a los principales ideales del conocimiento científico (realismo moderado, etc.).

Es necesario recordar que las versiones fuertes del relativismo epistemológico, de acuerdo con las cuales todos los sistemas de creencias son igualmente válidos, tienen numerosos problemas (Boghossian, 2009; Sokal, 2009). Tal como señala Boghossian (200), muchos movimientos progresistas, como el poscolonialismo y el interculturalismo, adoptan el relativismo porque pretenden dotar a las culturas oprimidas de los recursos necesarios para defenderse de la acusación de que abrazan creencias infundadas. El problema, como bien señala este autor, es que "... si los poderosos no pueden criticar a los oprimidos porque las categorías epistemológicas básicas están inexorablemente vinculadas a perspectivas particulares, entonces se sigue que tampoco los oprimidos podrán criticar a los poderosos" (2009, p. 179).¹² Es por ello que considero preciso sostener un debate franco en relación con cómo conciliar la intención (que comparto) de hacer lugar a otros saberes a la hora de pensar lo ambiental (y la sociedad toda) y, al mismo tiempo, evitar los problemas asociados al relativismo epistemológico extremo. Para decirlo de otro modo, las advertencias sobre estos problemas no buscan cuestionar la necesidad del diálogo de saberes y de la interculturalidad sino, muy por el contrario, evitar ciertas ingenuidades al respecto. Creo que no es posible hacer realidad el diálogo de saberes si antes no enfrentamos y buscamos soluciones, aunque sean parciales y provisionales, a estos problemas.

No pretendo —ni puedo— solucionar semejantes cuestiones, me conformo con contribuir a instalar las preguntas. En esa línea, termino esta sección preguntándome si la búsqueda de nuevos paradigmas epistémicos no constituirá una suerte de evasión en relación con el problema político. Es decir, ¿los escasos éxitos en materia ambiental se deben a que estamos enfocando mal la cuestión desde el punto de vista epistémico, o a que no estamos pudiendo lidiar con los poderes fácticos que resisten los cambios necesarios?

12. Problemas análogos implica el relativismo ético. Así, como señala Singer, si aceptamos dicha perspectiva, entonces, "Si nuestra sociedad rechaza la esclavitud, mientras que otra sociedad la aprueba, no tenemos ninguna base para elegir entre estas dos posturas contradictorias" (2009, p. 18). Es por eso que, al considerar las distintas corrientes de la ética (véase la tabla 2), me limité a hacer referencia a aquellas que reconocen algún rol a la razón a la hora de decidir qué está bien y qué está mal.

SÍNTESIS Y BREVE REFLEXIÓN EDUCATIVA

Sintetizando lo dicho, el concepto de BD está ligado al proyecto científico y político de la conservación. En relación con dicho rol, la BD incluye todos los aspectos de los sistemas ecológicos que una determinada comunidad considera amenazados por las actividades humanas y dignos de ser preservados. Esta dimensión valorativa nos lleva a la cuestión de la ética ambiental, respecto de la cual he defendido una postura antropocéntrica moderada y crítica. En relación con esta cuestión, nuestra región presenta, entre otras, las siguientes particularidades: es rica en BD, posee una estructura económica (economías primarias, etc.) especialmente lesiva para la BD y conserva cosmovisiones “no occidentales” que pueden hacer importantes aportes a la construcción de una perspectiva plural y menos dañina para la BD. La desigualdad socioeconómica y ambiental, y la pérdida de BD son dos rasgos centrales de nuestra región. A la hora de pensar el necesario cambio de perspectiva acerca de estos temas se alzan voces fuertemente críticas que sugieren una ruptura con los ideales de modernidad y, específicamente, con la mirada científica del mundo. Contra dichas posturas extremas he defendido la conveniencia de una mirada amplia y flexible que dé lugar a otras formas de ver el mundo (especialmente a las de los pueblos originarios) sin renunciar al poder transformador de la ciencia. He sostenido también que esa ciencia debe ser crítica, y que las herramientas conceptuales para esa mirada crítica de la ciencia ya están disponibles en los desarrollos metacientíficos actuales (filosofía de la ciencia, sociología de la ciencia, etc.). También he planteado el problema —no resuelto, hasta donde sé— de cómo convertir en una realidad el “diálogo de saberes”, al tiempo que se evitan los problemas asociados al relativismo epistemológico extremo. Finalizaré este escrito con una breve reflexión sobre el rol de la educación en esta necesaria transformación.

Respecto de la educación, los análisis previos deberían servir para dos propósitos. En primer lugar, para instalar preguntas relevantes. Tal como muchas educadoras y educadores han destacado, muchas veces es más importante el rol problematizador de la enseñanza que el de proveedor de respuestas prefabricadas. Y esto es especialmente cierto cuando se trata de problemas complejos, como los que aquí nos ocupan, que no admiten soluciones simples, técnicas y únicas. En segundo lugar, habiendo renunciado a la pretensión

de ofrecer respuestas únicas, estos análisis deberían servir al menos para evitar posturas extremas, acríicas e ingenuas, así como las respuestas simplistas que se siguen de tales posturas. En este sentido, me daría por conforme si las ideas aquí discutidas ayudaran a que los estudiantes desconfiaran de respuestas del estilo de “la solución está en la tecnología” o “la solución está en volver a la naturaleza”.

En cualquier caso, creo, la educación debería ayudar a que todas las ciudadanas y ciudadanos sean conscientes de las causas estructurales de los problemas ambientales. Esto incluye el análisis de los factores históricos y socioeconómicos que nos llevaron hasta este punto. La conciencia de la importancia de estos factores debería, además, advertirnos sobre la inadecuación de ciertos enfoques en educación ambiental (por ejemplo, aquellos centrados en el reciclado de residuos en el hogar y la escuela) que al enfatizar la responsabilidad individual ocultan las causas estructurales.

En definitiva, nosotros y nuestros estudiantes debemos comprender que la situación es compleja, que no hay respuestas fáciles y que, en cualquier caso, una condición necesaria, aunque no suficiente, para una mejora efectiva es una ciudadanía bien formada (capaz de comprender), crítica y políticamente comprometida. Porque, en nuestra región al menos, los cambios necesarios implican afectar algunos intereses de sectores económicos muy poderosos, y dichos cambios no se producirán sin una fuerte demanda, presión y participación política por parte de la ciudadanía. En este sentido, solo una enseñanza directamente orientada a fomentar el pensamiento crítico podría contribuir a estos fines transformadores (González Galli, 2020).

Finalmente, creo que solo la enseñanza formal —principalmente la escuela y la universidad públicas— es capaz de generar los espacios de posibilidad para que todos los ciudadanos construyan una comprensión crítica y compleja de los urgentes problemas ambientales que nos aquejan. Solo esa formación de calidad para todas y todos hará posible el cambio político que la situación exige. En este sentido, es necesario reconocer que el proyecto del ambientalismo es político y que, como tal, implica que los diversos actores sociales interesados se involucren en la lucha política. Entre esos actores se encuentra, desde ya, el sistema educativo en general y la universidad en particular. La sociología de la educación nos ha enseñado que las instituciones educativas pueden ser reproductoras del

orden establecido, pero también que tienen el potencial de subvertir dicho orden. Creo que, recuperando la tradición de diversas escuelas de pedagogía crítica (Freire, 1985; McLaren y Farahmandpur, 2006; Otero, 2005, 2006; Puiggrós, 2015; Quintanilla Gatica, 2017), es una obligación y un desafío para la comunidad universitaria asumir este rol transformador que los tiempos actuales reclaman.

REFERENCIAS

- Balmford, A. (2012). *Wild Hope: On the front lines of conservation success*. Chicago University Press.
- Balmford, A. y Knowlton, N. (2017). Why Earth optimism? *Science*, 356(6335), 225. 10.1126/science.aan4082
- Begon, M., Harper, J. y Townsend, C. (1999). *Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades*. Ediciones Omega.
- Berra, T. (2001). *Freshwater fish distribution*. Academic Press.
- Boghossian, P. (2009). *El miedo al conocimiento. Contra el relativismo y el constructivismo*. Alianza.
- Bohman, James. (2021). Critical Theory. En E. Zalta (E *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2021 Edition). <https://plato.stanford.edu/archives/spr2021/entries/critical-theory/>
- Brakes, P., Dall, S., Aplin, L., Bearhop, S., Carroll, E., Ciucci, P., Fishlock, V., Ford, J., Garland, E., Keith, S., McGregor, P., Mesnick, S., Noad, M., di Sciara, G., Robbins, M., Simmonds, M., Spina, F., Thornton, A., Wade, P., Whiting... Rutz, C. (2019). Animal cultures matter for conservation. *Science*, 363(6431), 1032-1034. 10.1126/science.aaw3557
- Brennan, A. y Lo, Y. (2016). Environmental Ethics. En E. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition). <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/ethics-environmental/>.
- Burch-Brown, J. y Archer, A. (2017). In defence of biodiversity. *Biology & philosophy*, 32(6), 969-997. <https://doi.org/10.1007/s10539-017-9587-x>
- Conservation International. (S. f.) Biodiversity hot spots: Targeted investment in nature's most important places. <https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots>
- Cousseau, M. (2010). Los peces óseos (clases actinopterygii y sarcopterygii). En M. Cousseau (Coord.), *Ictiología: Aspectos fundamen-*

- tales; *La vida de los peces sudamericanos* (pp. 237-461). Editorial Universitaria de Mar del Plata.
- DeLong, D. (1988). Defining biodiversity. *Wildlife Society Bulletin*, 24(4), 738-749. 10.1016/B0-12-226865-2/00027-4
- Echeverría, J. (2002). *Ciencia y valores*. Destino.
- En Mendoza, una victoria de la lucha contra la megaminería. (1992). *Página 12*. <https://www.pagina12.com.ar/238507-en-mendoza-una-victoria-de-la-lucha-contra-la-megamineria>
- Farah, I. y Vasapollo, L. (Coords.). (2011). *Vivir bien: ¿Paradigma no capitalista?* CIDES-UMSA.
- Giere, R. (1992). *La explicación de la Ciencia*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Giere, R. (2006). *Scientific perspectivism*. The University of Chicago Press.
- Gómez, R. (2014). *La dimensión valorativa de las ciencias: Hacia una filosofía política*. Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
- González Galli, L. (2020). Enseñanza de la biología y pensamiento crítico: La importancia de la metacognición. *Revista de Educación en Biología*, 22(2), 4-24.
- Gould, S. (1994). *Ocho cerditos: Reflexiones sobre historia natural*. Crítica.
- Hastings, P., Walker, H. y Galland, G. (2014). *Fishes: A guide to their diversity*. University of California Press.
- Hursthouse, R. y Pettigrove, G. (2018). Virtue Ethics. En E. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2018 Edition), <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/ethics-virtue/>
- Kempf, H. (2010). *Para salvar el planeta salir del capitalismo*. Capital Intelectual.
- Kricher, J. (2008). *Un compañero neotropical: Una introducción a los animales, plantas, y ecosistemas del trópico del nuevo mundo*. American Birding Association.
- Leff, E. (2002). *Saber ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI.
- Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental: De la articulación de ciencias al diálogo de saberes*. Siglo XXI.
- Leff, E. (2013). *Racionalidad ambiental: La reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI.

- Löwy, M. (2011). *Ecosocialismo: La alternativa radical a la catástrofe ecológica capitalista*. Ediciones Herramienta y Editorial El Colectivo. Un manifiesto ecomodernista. (s. f.). <http://www.ecomodernism.org/espanol>
- Martín-López, B. y Montes, C. (2015). Restoring the human capacity for conserving biodiversity: A social-ecological approach. *Sustainability Science*, 10(4), 699-706. doi:10.1007/s11625-014-0283-3
- McLaren, P. y Farahmandpur, R. (2006). *La enseñanza contra el capitalismo global y el nuevo imperialismo*. Editorial Popular.
- Miklósi, Á. (2017). La ciencia de una amistad. *Mente y Cerebro*, 33, 26-33.
- Moncrief, L. (1970). The cultural basis for our environmental crisis: Judeo-Christian tradition is only one of many cultural factors contributing to the environmental crisis. *Science*, 170(3957), 508-512. 10.1126/science.170.3957.508
- De Moraes, B., Da Silva Souto, A. y Schiel, N. (2014). Adaptability in Stone Tool Use by Wild Capuchin Monkeys (*Sapajus libidinosus*). *American Journal of Primatology*, 76(10), 967-977. <https://doi.org/10.1002/ajp.22286>
- Mubanga, M., Byberg, L., Nowak, C., Egenvall, A., Magnusson, P., Ingelsson, E. y Fall, T. (2017). Dog ownership and the risk of cardiovascular disease and death—a nationwide cohort study. *Scientific Reports*, 7. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16118-6>
- Murphy, D. (1988). Challenges to biological diversity in urban areas. En E. Wilson (Ed.), *Biodiversity* (pp. 71-76). National Academy Press.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858. 10.1038/35002501
- Nasr, S. (1997). Islam and environmental crisis. En A. Agwan (Ed.), *Islam and the Environment* (pp. 31-51). Institute of Objective Studies.
- Ochoa-Tocachi, B. F., Bardales, J. D., Antiporta, J., Pérez, K., Acosta, L., Mao, F., Zulkafli, Z., Gil Ríos, J., Angulo, O., Grainger, S., Gammie, G., Bievre, B. y Buytaert, W. (2019). Potential contributions of pre-Inca infiltration infrastructure to Andean water security. *Nature Sustainability*, 2(7), 584-593. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0307-1>

- Odenbaugh, J. (2019). Conservation Biology. En E. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2019 Edition). <https://plato.stanford.edu/archives/fall2019/entries/conservation-biology/>
- O'Neill, J. (1992). The varieties of intrinsic value. *Monist*, 75(2), 119-137.
- Orduna, J. (2008). *Ecofascismo: Las internacionales ecologistas y las soberanías nacionales*. Martínez Roca.
- Origlia, G. (2019, 31 de mayo). Neuquén abrirá el primer hospital con medicina tradicional y mapuche. *La Nación*. <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/neuquen-abrira-el-primer-hospital-con-medicina-tradicional-y-mapuche-nid2253261>
- Otero, C. (2005). (Comp.). Noam Chomsky. *Sobre democracia y educación: Escritos sobre ciencia y antropología del entorno cultural. Volumen 1*. Paidós.
- Otero, C. (2006). (Comp.). Noam Chomsky. *Sobre democracia y educación: Escritos sobre instituciones educativas y el lenguaje en las aulas. Volumen 2*. Paidós.
- Pinker, S. (2018). *En defensa de la ilustración: Por la razón, la ciencia, el humanismo y el progreso*. Paidós.
- Primack, R. y Ros, J. (2002). *Introducción a la biología de la conservación*. Ariel.
- Primack, R. (2008). *A primer of conservation biology*. Sinauer Associates.
- Puiggrós, A. (2015). *De Simón Rodríguez a Paulo Freire: Educación para la integración iberoamericana*. Colihue.
- Quintanilla Gatica, M. (Comp.). (2017). *Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias: Hacia una educación inclusiva y liberadora*. Bellaterra. Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia.
- Reaka-Kudla, M., Wilson, D. y Wilson, E. (Eds.). (1997). *Biodiversity II: Understanding and protecting our biological resources*. Joseph Henry Press Book.
- Ricklefs, R. (1998). *Invitación a la ecología: La economía de la naturaleza*. Editorial Médica Panamericana.
- Ridley, M. (2011). *El optimista racional: ¿Tiene límites la capacidad de progreso de la especie humana?* Taurus.
- Robin, L. (2011). The rise of the idea of biodiversity: Crises, responses and expertise. *Quaderni*, 25-37. 10.4000/quaderni.92.
- Sala, J. y Torchio, G. (2019). Moving towards public policy-ready science: Philosophical insights on the social-ecological sys-

- tems perspective for conservation science. *Ecosystems and People*, 15(1), 232-246. 10.1080/26395916.2019.1657502
- Santana, C. (2014). Save the planet: Eliminate biodiversity. *Biology & Philosophy*, 29, 761-780. <https://doi.org/10.1007/s10539-014-9426-2>
- Santos, B. (2009). *Una epistemología del sur*. Siglo XXI/Clacso.
- Santos, B. (2017). *Justicia entre saberes: Epistemologías del sur contra el epistemicidio*. Morata.
- Sarkar, S. (2007). From ecological diversity to biodiversity. En D. Hull y M. Ruse (Eds.). *The Cambridge companion to the philosophy of biology* (pp. 388-409). Cambridge University Press.
- Sarukhán, J. y Dirzo, R. (2013). Biodiversity-rich countries. En S. Levin (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity. Second Edition* (pp. 497-508). Elsevier.
- Sayem, Md. (2018). A scientific world-view of nature and environmental problem with a special concentration on Seyyed Hossein Nasr's understanding of environmental sustainability. *Journal of Islam in Asia*, 15, 312-328. 10.31436/jia.v15i2.753
- Singer, P. (2009). *Ética práctica*. Akal.
- Singer, P. (2011). *The expanding circle: Ethics, evolution and moral progress*. Princeton University Press.
- Sokal, A. (2009). *Más allá de las imposturas intelectuales: Ciencia, filosofía y cultura*. Paidós.
- Svampa, M. (2019). *Las fronteras del neoextractivismo: Conflictos socioambientales, giro ecoterritorial y nuevas dependencias*. Unsam Edita.
- Svampa, M. y Viale, E. (2014). *Maldesarrollo: La Argentina del extractivismo y el despojo*. Katz.
- Swingland, I. (2013). Biodiversity, definition of. En S. Levin (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity. Second Edition* (pp. 399-410). Elsevier.
- White, L. (1967). The historical roots of our ecologic crisis. *Science*, 155(3767), 1203-1207.
- Wilcox, B. (1984). In situ conservation of genetic resources: Determinants of minimum area requirements. En J. McNeeley y K. Miller (Eds.), *National Parks, conservation, and development: The role of protected areas in sustaining society* (pp. 639-647). Smithsonian Institution Press.
- Wilson, E. (Ed.). (1988). *Biodiversity*. National Academy Press.
- Wilson, E. (1994). *La diversidad de la vida*. Crítica.

*Biodiversidad, biología
de la conservación, ética
ambiental y educación.
Relaciones poco exploradas*

Julio Alejandro Castro Moreno

¿Qué tiene de especial la biodiversidad para que le prestemos atención y trabajemos para preservarla? En aras de responder a esta pregunta, necesitamos ingresar al ámbito conocido durante los últimos treinta años como ética ambiental. La ética ambiental examina sistemáticamente la relación ética entre la humanidad y el resto de la naturaleza. La historia de la ética ambiental no es mucho más antigua que la de la noción de biodiversidad [...] La *preocupación* ambiental, desde un punto de vista global, es una parte esencial de la ética ambiental y, en particular, de la ética de la conservación de la biodiversidad.¹

OKSANEN, 2004

1 . Todas las citas provenientes del inglés han sido traducidas por el autor del capítulo.

INTRODUCCIÓN

En primer lugar, hay que decir que la discusión que planteo en este capítulo prácticamente no aplica para las sociedades, grupos o culturas en donde prima una perspectiva biocultural, o en las comunidades académicas que se enfocan en un abordaje etnobiológico en torno de la biodiversidad. Aunque estas perspectivas no son *el* punto de partida de este trabajo, sí podrían ser *un* punto de llegada, tal y como lo expresaré en las conclusiones. En cualquier caso, los planteamientos que aquí se presentan giran alrededor de las sociedades “occidentales” u “occidentalizadas” como las que caracterizan las grandes ciudades, o cascos urbanos, a lo largo y ancho de nuestro planeta. Uno de los rasgos distintivos de esas sociedades es que entre ellas y el mundo “natural” se han interpuesto barreras físicas y epistemológicas, entre otras, lo que ha dificultado que sobre todo los niños y jóvenes tengan un contacto directo con la fauna y flora que no están presentes en el ámbito citadino y sus contornos inmediatos. En palabras de Rozzi *et al.* (2005), es en este tipo de sociedad “globalizada y postindustrial”, en donde “... el encuentro directo con los diversos seres vivos es cada vez menos frecuente” (p. 20).

66

Ese desencuentro ha llevado no solo al desconocimiento de esas otras formas de vida, sino a la desvaloración del mundo natural y a su biodiversidad. Quizá lo más preocupante es que esta situación ha sido el caldo de cultivo para la constante degradación de los ecosistemas y la inminente extinción de un sinnúmero de especies. Es con base en estas problemáticas que ha surgido la *biología de la conservación* como un campo multidisciplinar e integral, para hacer frente a lo que se ha dado en llamar “la crisis de la biodiversidad”. Sin embargo, como veremos con cierto detalle, la conservación biológica requiere de la “ética ambiental” como un sustento para reconocer los distintos valores que le asignamos a la biodiversidad. A su vez, la biología de la conservación precisa de políticas y diseña estrategias que, si quieren tener éxito, deben involucrar a las comunidades humanas que viven dentro de las áreas por proteger o en sus intermediaciones. Es en la tarea de hacer partícipes a esas comunidades en donde el ámbito educativo desempeña un rol preponderante.

En cuanto a la *ética ambiental*, entendida en su sentido más amplio, es una corriente de la filosofía moral que plantea que no solo el ser humano ha de ser objeto de consideración moral, sino que los

demás seres vivos, y el ambiente en el que ellos habitan, también deben ser reconocidos como sujetos dignos de respeto por parte nuestra. Aunque no se suelen encontrar alusiones explícitas con respecto a que el centro de atención de la ética ambiental es la “biodiversidad”, en particular lo que atañe a la extinción de especies y la degradación de los ecosistemas por causas antrópicas, sí es un denominador común de los autores que tomaré como fundamento para este capítulo su compromiso con el hecho de que “la crisis de la biodiversidad” es el problema ambiental más serio que venimos enfrentando (y ocasionando) desde hace mucho tiempo. En consecuencia, parte del problema es indagar qué valores tiene o le asignamos a la biodiversidad. Sin embargo, como lo argumentaré, si de lo que se trata es de proteger el mundo viviente, no basta con apelar únicamente al valor intrínseco de la biodiversidad, sino que hay que tener presente un conjunto más amplio de valores. Para ilustrar este asunto, traeré a colación dos ejemplos actuales del contexto colombiano.

Desde esta perspectiva, la tesis que defenderé es que no es suficiente con explicitar los valores en juego, ni tener un conocimiento científico robusto acerca de los organismos/especies/ecosistemas en peligro y que ameritan políticas o estrategias de conservación. Es necesario, además, involucrar activamente a las poblaciones humanas, y esto requiere educación. En suma, propongo que los nexos entre biodiversidad, valor, ética ambiental y conservación ameritan complementarse con el ámbito educativo, como salta a la vista, por ejemplo, en la frase que he puesto de epígrafe. Por ende, la *educación en biodiversidad* aún es un asunto poco explorado (o subvalorado), teniendo en cuenta que el objetivo central es conectar la conservación de la biodiversidad con los múltiples valores que se le endilgan. Dicho esto, es importante que empecemos por definir lo que entenderé por biodiversidad en este trabajo.

¿QUÉ ES LA BIODIVERSIDAD? PEQUEÑA INCURSIÓN ONTOLÓGICA

Como se ha expresado en muchos lugares, es imposible delimitar lo que entendemos por *biodiversidad* (BD) en una definición concreta y que sea compartida por todos los que se dedican a su estudio. Por ello, en este capítulo adoptaré una definición que esté en consonancia con la biología de la conservación, con la ética ambiental y con

la educación en BD. Así las cosas, y sin pretender hacer una revisión minuciosa, acudiré a algunas formas de entender la BD, con el fin de articular la definición que orientará el desarrollo ulterior de la temática que nos ocupa.

Es un lugar común remitirse a la definición propuesta en el marco del Convenio de la Diversidad Biológica (CDB), en Río de Janeiro, en 1992:

Por “diversidad biológica” se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. (ONU, 1992)

Aquí podemos inferir una tensión entre asumir la BD como “toda variabilidad” en el mundo viviente y acotar esa variabilidad a unos niveles concretos. Algo similar se evidencia en los planteamientos de E. O. Wilson, cuando pregunta qué es la BD y propone una respuesta:

Los biólogos se inclinan a aceptar que es, en un sentido, todo. La biodiversidad se define como toda variación basada en la herencia en todos los niveles de la organización, desde los genes dentro de una sola población o especie local, hasta las especies que componen todo o parte de una comunidad local y, finalmente, a las comunidades mismas que componen las partes vivas de los múltiples ecosistemas del mundo. (Wilson, 1997, p. 1)

Según Santana, citando a Gaston, si damos por hecho que la BD es “la variedad de la vida en todas sus múltiples manifestaciones” (2017, p. 87), ello significaría que la BD equivale a “toda la biología” (Sarkar, citado por Santana, 2017, p. 87). Desde este punto de vista, surgen problemas que atañen a la definición, a la medición y a la valoración de la BD, entre otros aspectos. Por lo tanto, es menester acotar lo que entendemos por BD, dependiendo de los fines que tengamos. En este sentido, y con base en lo que sostienen Garson *et al.* (2017), la biología de la conservación requiere realizar mediciones de la BD, en donde no son de mucha ayuda definiciones tan amplias. De este modo, lo que me interesa poner de manifiesto es que, para no caer

en esa generalidad que lleva a cuestiones poco prácticas, algunos autores han optado por articular una definición más precisa de la BD. Una forma de alcanzar ese propósito es a través de lo que se ha denominado la *trilogía de la BD*.

Bermudez *et al.* (2014) la definen al expresar los resultados del análisis de textos españoles para la Educación Secundaria Obligatoria: "... solamente [dos libros] definieron la biodiversidad por los genotipos, las especies y los ecosistemas ('trilogía de la biodiversidad')..." (p. 293). En suma, esta definición reconoce la centralidad de tres niveles para dar cuenta de la BD, los cuales se hallan de manera implícita en las definiciones propuestas por el CBD y por E. O. Wilson citadas previamente. En este trabajo nos centraremos en dos elementos de la trilogía: los que atañen a lo específico y lo ecosistémico, dado que son los niveles que han cobrado mayor relevancia en la biología de la conservación y en la ética ambiental, como quedará más claro a medida que avancemos en la exposición. Por ahora, me referiré brevemente a esos niveles, puesto que ello será relevante para la discusión que plantearé al final del capítulo.

De acuerdo con Oksanen (2004), conviene reconocer la importancia de las "especies fenomenológicas" para comprender qué es la BD:

La diversidad de la vida es evidente para nosotros al nivel del sentido común de la percepción de la realidad. Así, la realidad biológica no consiste en objetos inidentificables. Kim Sterelny [...] ha usado el término "especies fenomenológicas" para señalar que los organismos tienen propiedades relevantes, que para nosotros el mundo viviente contiene grupos de "organismos identificables". (P. 2)

En palabras de Maclaurin y Sterelny, las especies fenomenológicas nos permiten entender qué es la BD, a pesar de las dificultades suscitadas en la comunidad de biólogos con respecto a no haber podido consensuar *un* concepto de especie:

Las especies son empíricamente accesibles. Las especies fenomenológicas son observables, identificables y son aspectos [evidentes] del mundo biológico. Además, las especies fenomenológicas corresponden, en muchos casos, a linajes evolutivamente significativos en el árbol de la vida. Entonces, este enfoque de la biodiversidad captura

algo real, a pesar de las complejidades del problema de las especies.
(2008, p. 29)

Estos mismos autores parecen sugerir que las especies fenomenológicas son las constituyentes de lo que ellos denominan *comunidades fenomenológicas*:

No hay duda de que las comunidades locales —estos conjuntos de plantas y animales que se encuentran en asociación en parches de hábitat distintivos— son parte de la fenomenología descriptiva de la ecología [...] Diferentes comunidades fenomenológicas pueden reflejar diferencias en las interacciones entre las especies y sus entornos físicos. Pero aún serían sustitutos útiles: permitiendo la inferencia del tipo de comunidad a la composición de especies. Por lo tanto, la fenomenología de las comunidades locales es importante porque revela lo que queremos explicar y proteger. (Maclaurin y Sterelny, p. 109)

Especies y comunidades fenomenológicas (como componentes clave de los ecosistemas) son lo que percibimos e identificamos como particular (con rasgos propios), independientemente de que hayamos tenido entrenamiento en Biología. Esto tiene claras implicaciones para el ámbito educativo, como veremos luego, pero, sobre todo, conlleva consecuencias importantes para lo que pretendemos conservar.

Como se habrá advertido, la discusión planteada hasta el momento (cuando preguntamos qué es la BD y cuando intentamos dar una respuesta), ha estado centrada principalmente en un ámbito ontológico, ya que de lo que se trata es de reconocer qué entidades cuentan como integrantes de la diversidad biológica. Sin duda, la trilogía de la BD no carece de críticas, aunque hay que advertir que esta cuestión no será tratada en el presente capítulo. En lo que resta del apartado solo aludiré a otro aspecto que tiene que ver con la ontología de la BD, pero que puede ir en una dirección diferente (aunque no necesariamente opuesta).

El asunto al que me refiero es la supuesta dicotomía entre humanos y naturaleza, la cual se hace patente, justamente, en la forma en que algunos especialistas en BD definen el término; por ejemplo, para P. R. Ehrlich y A. H. Ehrlich la BD es "... la gran variedad de organismos no humanos de nuestro planeta [...] la variedad de poblaciones genéticamente distintas y de especies de plantas, ani-

males y microorganismos con las que el *Homo sapiens* comparte la Tierra...” (1992, p. 219). De esta cita se puede deducir que los humanos no somos un componente de la BD, lo que podría equivaler a que no somos parte de la naturaleza, dualidad que, además de ser polémica, no parece acercarse a ningún consenso.

Para efectos de avanzar en el desarrollo del capítulo, entenderé lo “natural” como lo que no ha sido creado, producido, introducido o modificado (radicalmente) por los seres humanos. De acuerdo con Siipi (2017), los humanos tenemos una capacidad sin igual para alterar drásticamente los diferentes hábitats del planeta, lo que ha causado estragos en el mundo viviente, específicamente en lo que respecta a la BD. En particular, Siipi (2017) sostiene que existen al menos seis formas de comprender la naturalidad² (*naturalness*) y, en consecuencia, la no naturalidad (*unnaturalness*), las cuales se pueden agrupar en tres categorías:

- La (no) naturalidad basada en la historia: el origen y devenir de las entidades naturales son totalmente independientes de las intencionalidades y de las producciones humanas (por ejemplo, se contrastan los objetos naturales con los artefactos).
- La (no) naturalidad basada en propiedades: lo natural como similar a las entidades independientes de los humanos (por ejemplo, si un ecosistema es restaurado y se asemeja bastante a uno no intervenido por los humanos, entonces dicho ecosistema cuenta como “natural”).
- La (no) naturalidad basada en relaciones: la naturalidad como adecuación y pertenencia. En esta manera de asumir la naturalidad lo que cuenta es que los organismos y su entorno se adecúen; por ejemplo, si viéramos palmas de coco a gran altitud y muy lejos de las playas tropicales, nos percataríamos de que dichos organismos no pertenecen a ese tipo de lugar.³

2. De acuerdo con el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, una de las acepciones de *naturalidad* es “cualidad de natural”, razón por la que traduzco *naturalness* como “naturalidad”.

3. Esta última categoría tiene mucho que ver con las especies introducidas (exóticas), asunto central de los ejemplos que desarrollaré más adelante.

Este planteamiento está en consonancia con la distinción que han hecho Koricheva y Siipi (2004) entre *BD* natural (la que existe con independencia de la especie humana) y *BD* creada por los humanos, con base en la cual es factible enunciar algunas categorías, aunque no podré decir más al respecto: 1) la *BD* artificializada (por ejemplo, los organismos modificados genéticamente, *OMG*); 2) la *BD* domesticada (por ejemplo, los animales de compañía y las plantas de cultivo); 3) la *BD* introducida (por ejemplo, los organismos que son trasladados por los humanos, consciente o involuntariamente, a nuevos entornos, de los cuales no son nativos); 4) la *BD* restaurada (por ejemplo, aquellos ecosistemas a los que, luego de estar altamente degradados, se les reparan los daños a través de, entre otros procesos, la reintroducción de su fauna y su flora específicas).

Desde luego que aquí se evidencian cuestiones ontológicas (por poner un caso, si los *OMG* o los animales domésticos deben contar como constituyentes de la *BD* o no), pero lo que pretendo enfatizar es que estas distinciones también suscitan reflexiones valorativas: si los ecosistemas naturales y los restaurados (o, en todo caso, artificiales) tienen el mismo valor y merecen ser igualmente conservados. Esto nos remite al ámbito de la ética ambiental, que abordaremos en un apartado posterior. Mientras tanto, me interesa adentrarme en otra discusión: la tensión entre lo natural y lo artificial se puede enmarcar en lo que denomino “la paradoja de Darwin”.

Es claro que el naturalista inglés, con su teoría de la descendencia con modificaciones (después conocida como *teoría evolutiva*), situó al *Homo sapiens* en una de las ramas del árbol de la vida; es decir que Darwin nos hermanó con los demás seres vivos, pero, a su vez, enfatizó en la distinción entre “selección natural” y “selección artificial” (esta última ejemplificada con la categoría de *BD* domesticada). La paradoja consiste en que, desde el punto de vista darwiniano, el humano no es una especie privilegiada en el devenir evolutivo, pero, al mismo tiempo, es una especie singular que ha transformado de manera radical (e, incluso, irreversible) su entorno; por ejemplo, a través de procesos de selección artificial. Esta paradoja puede entreverse en las palabras de Callicott:

[...] si por más de diez mil años no han existido medio ambientes terrestres silvestres a gran escala, prístinos e intocados (aparte de

la Antártida), si el cambio es una característica fundamental de la naturaleza y, sobre todo, si el hombre es una parte de la naturaleza y los cambios antropogénicos son tan naturales como cualquier otro cambio, entonces, ¿cómo puede alguien expresar algo más que un valor subjetivo personal al considerar malo todo cambio que los seres humanos puedan imprimir en los paisajes? ¿Qué está mal, objetivamente mal, en el crecimiento en manchas urbanas, en los derrames de petróleo, en el calentamiento global o, para el caso, en la extinción antropogénica abrupta y masiva de especies [...]? (2004, p. 54)

En conclusión: somos una especie más, pero no como las otras, ya que nuestros impactos en el mundo pueden ser desastrosos y hasta irreparables; esa es la paradoja de Darwin. Al entrar en este tipo de discusiones ya no importa tanto cómo entendemos la BD desde un punto de vista ontológico, sino que empiezan a cobrar prominencia cuestiones acerca de si la BD es un asunto exclusivamente biológico, o hay algo más de fondo. A mi modo de ver, no basta con definir qué entidades cuentan como parte de la BD, sino que es aún más relevante interrogarnos acerca de cómo deberíamos actuar para evitar su pérdida. Esto nos remite a cuestiones de orden normativo, que son la base para entender lo que es la biología de la conservación y los imperativos morales que devienen de la ética ambiental.

¿ES LA BIODIVERSIDAD UN TÉRMINO NORMATIVO Y/O CARGADO DE VALOR? MÁS ALLÁ DE LAS FRONTERAS DE LA BIOLOGÍA

Vale la pena mencionar que en el marco del National Forum on Bio-Diversity, llevado a cabo en Washington, D. C., en septiembre de 1986, el botánico W. G. Rosen propuso el neologismo *biodiversidad* (Wilson y Peter, 1988), pero, asimismo, en dicho evento se congregaron diferentes personalidades preocupadas por la pérdida acelerada de la BD a escala mundial, por lo que se llamó la atención acerca de la urgencia de tomar cartas en el asunto, particularmente en lo que implica crear y echar a andar políticas y estrategias de conservación de la BD, lo que, en efecto, desborda el ámbito netamente biológico. Desde este punto de vista, podemos traer a colación lo que Morar *et al.* (2015) denominan como la “dimensión normativa de la BD”, que da cuenta de “... su comprensión por parte del público y el papel que desempeña en el contexto político” (p. 20). En palabras de Koricheva y Siipi:

Desde el principio, el uso de la palabra biodiversidad no se restringió a la esfera académica. Los biólogos han promovido activamente la idea de la biodiversidad al público [...] y el término ha sido adoptado rápidamente por los medios de comunicación y por los políticos [...] *El objetivo de la biodiversidad como una construcción sociopolítica es llamar la atención de las personas sobre la crisis ambiental, las tasas de extinción sin precedentes, etc.* Es “parte de una estrategia convincente” [...] En la práctica, *el desarrollo de estrategias y prioridades de conservación de la biodiversidad es el producto de la interacción entre la comunidad científica y otras partes de la sociedad.* (2004, pp. 42-43, énfasis añadidos)

De acuerdo con Oksanen, el neologismo *BD* nació en el contexto de la biología de la conservación, con el objetivo de alertar acerca de la pérdida sin precedentes de diversidad biológica:

Al acuñar el nuevo concepto [biodiversidad], los biólogos de la conservación tuvieron una misión en mente: promover la causa de la conservación y alertar a quienes toman las decisiones acerca de la “crisis” de la diversidad biológica. Por lo tanto, *la biodiversidad, el neologismo, es una noción cargada de valor que manifiesta tanto la sensación de maravilla ante la diversidad como la preocupación por su pérdida.* Fue este rápido declive de la diversidad biológica, principalmente por causas humanas, lo que llevó a científicos estadounidenses a proponer la palabra clave y a lanzar una campaña [...] El logro más notable hasta el momento es el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) [...]. (2004, pp. 4-5, énfasis añadidos)

En las citas anteriores queda patente que el término *BD* tiene importantes implicaciones que van más allá de a qué niveles del mundo viviente nos estamos refiriendo (por ejemplo, a la trilogía de la *BD*), sino que este neologismo está cargado de valor, lo que significa, en última instancia, que tiene un carácter normativo (en el ámbito de la política, de la economía y de la ética, entre otros). Como lo plantea Sarkar,

[...] algunos filósofos han argumentado que biodiversidad es también un concepto normativo [...] La justificación de las afirmaciones de normatividad es que la conservación de la biodiversidad es el objetivo explícito de la biología de la conservación [...] y este objetivo está justificado por razones éticas. (2017, p. 44)

Entre otras cosas, es evidente que la BD es la razón de ser de la biología de la conservación, tema del que nos ocuparemos a continuación.

¿QUÉ ES LA BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN? UNA BREVE APROXIMACIÓN AL ESTADO DE LA CUESTIÓN

Recordemos que, de acuerdo con Sarkar, si definimos la BD de una manera muy amplia, en donde esta se confunda con la biología en sí misma, esta definición se convertiría en algo inútil (o poco práctico), si el objetivo es conservar la diversidad viviente. En consecuencia, esa forma de entender la BD ha de ser acotada con base en las necesidades apremiantes y los recursos que estén al alcance. Como el mismo Sarkar ha dicho:

Conservar la biodiversidad y construir el término intuitivamente para referirse a toda la diversidad biológica que existe, en todos los niveles de ambas jerarquías⁴, equivale a decir que “biodiversidad” se refiere a todas las entidades biológicas. La “biodiversidad”, en efecto, se convierte en toda la biología. La conservación sería una propuesta poco práctica si la “biodiversidad” se interpretara de esta manera: todo lo biológico se convertiría en un objetivo de conservación. *El movimiento estándar en esta etapa es sugerir que tres entidades capturan lo que es importante sobre la biodiversidad: genes (alelos), especies y ecosistemas* (2005, p. 180, énfasis añadidos)

Por supuesto, esa definición “acotada” de la BD no es otra cosa que la “trilogía de la BD”. Igualmente, es claro que esa decantación del término contribuye a conferirle su carácter normativo: qué está en peligro, qué merece la pena ser conservado, qué compromisos morales tenemos para con ello y qué posibilidades existen para conservarlo son cuestiones que saltan a la vista. Aunque eso no es todo; también es importante preguntarnos acerca de qué políticas se requieren para lograr el cometido del que se trate. No sobra decir que, independientemente de cómo entendamos la BD, esta es el objetivo central de la biología de la conservación, tal y como lo planteé.

Al respecto, es interesante hacer notar que antes de que se propusiera el neologismo BD se publicó el artículo que quizá es el pionero en establecer de qué se trata un nuevo campo de conocimiento: “¿Qué es la biología de la conservación?” (Soulé, 1985). El subtítulo

4. Una espacial (o ecológica) y otra taxonómica (Sarkar, 2005, p. 179).

de ese trabajo es revelador para el tema que nos ocupa: “Una nueva disciplina sintética dirigida a la dinámica y los problemas de especies, comunidades y ecosistemas perturbados”. Es decir que, para la biología de la conservación, lo que más preocupa es lo atinente a especies y ecosistemas amenazados, principalmente por acción antrópica.

De acuerdo con Soulé, la biología de la conservación (BC) es una ciencia aplicada que tiene como finalidad atender crisis, para lo cual son sumamente importantes las normas éticas. Además, según la analogía de Soulé, esta disciplina es a la biología (en especial la ecología) lo que la cirugía es a la fisiología. Por ello, la conservación biológica ha de entenderse como una mixtura de ciencia y arte, y su estructura debe asumirse como sintética, ecléctica y multidisciplinaria. Este último rasgo conlleva que la BC plantee cuestiones y use métodos y técnicas de un amplio espectro de campos, no todos ellos específicos de la ciencia biológica.

Asimismo, Soulé afirma que la BC está basada en dos tipos de postulados. Los primeros son funcionales, directamente relacionados con la biología (y más específicamente con la ecología y la evolución), mientras que los segundos son normativos, centrados en la ética. Dada la naturaleza del presente trabajo, retomaré los postulados éticos, sin desconocer la importancia de los biológicos. Soulé denomina a aquellos *postulados normativos*, entendidos como “[...] declaraciones de valor que constituyen la base de una ética de actitudes apropiadas hacia otras formas de vida: una ecosofía” (1985, p. 730). Uno de esos postulados reza: “La diversidad biótica tiene un valor intrínseco, independientemente de su valor instrumental o utilitario. Este postulado normativo es el más fundamental” (p. 731).

Paso ahora a complementar lo que se entiende por BC desde una perspectiva más actual. Para Primack y Vidal,

La biología de la conservación es un campo científico multidisciplinario e integral *que se ha desarrollado en respuesta al desafío de preservar las especies y los ecosistemas*. La biología de la conservación tiene tres objetivos:

- Documentar el rango completo de la diversidad biológica de la Tierra.
- Investigar el impacto humano sobre las especies, la variabilidad genética y los ecosistemas.

- Elaborar enfoques prácticos para prevenir la extinción de las especies, conservar la diversidad genética de las especies, y proteger y restaurar las comunidades biológicas y sus funciones ecosistémicas asociadas. (2019, p. 24, énfasis añadidos)

Según estos autores, el tercer objetivo "... define a la biología de la conservación como una disciplina normativa, es decir, que integra ciertos valores e intenta aplicar métodos científicos para conseguir esos valores" (p. 24). Desde este punto de vista normativo, es claro que la ética se convierte en un soporte para la BC. En particular, ese rol normativo lo desempeña la ética ambiental, la cual, siguiendo a Primack y Vidal, "... provee la lógica para preservar las especies" (p. 25). En consonancia con lo planteado por Soulé (1985), Primack y Vidal (2019) plantean que la conservación de la BD está basada en principios éticos que, a grandes rasgos, son los siguientes:

- La diversidad de las especies y de las comunidades debe preservarse.
- Debe evitarse la extinción prematura de las poblaciones y las especies.
- Debe conservarse la complejidad ecológica.
- La evolución debe continuar.
- La biodiversidad tiene un valor intrínseco.

Dedicaré un apartado al asunto de los valores asociados a la BD, en el que veremos que el valor intrínseco no es el único que cobra relevancia, aunque tampoco cabe decir que los valores de la BD sean solo de índole económica. Es igualmente cuestionable, como lo plantea Odenbaugh (2016), que los valores que se le asignan a la BD, en el ámbito de la BC, sean únicamente de carácter epistémico. No obstante, aquí centraremos la atención en valores éticos, por lo que es necesario adentrarnos en esos terrenos.

¿QUÉ ES LA ÉTICA AMBIENTAL? DIVERSAS VERTIENTES Y UN OBJETIVO EN COMÚN

Llegados a este punto, es claro que la BC tiene un asidero consistente en la ética ambiental (EA). Sin embargo, el lector habrá supuesto, correctamente, que esta disciplina no tiene una definición unívoca,

por lo que en esta sección retomaré los planteamientos de algunos autores que establecen una relación estrecha entre las cuestiones éticas (íntimamente vinculadas con el asunto de la valoración) y la protección de la diversidad viviente. Al fin y al cabo, me interesa poner de manifiesto que la EA, aunque no siempre sea explícito, toma como centro de sus consideraciones a la BD y los compromisos morales que tenemos para con ella. De acuerdo con Rolston, “En la práctica, el desafío último de la ética ambiental es la conservación de la vida en la Tierra” (2004, p. 93). Así las cosas, la EA puede entenderse, al menos preliminarmente, como la disciplina filosófica que “[...] estudia la relación moral del humano con el ambiente y sus componentes no humanos, así como su valor y su estatus moral” (Brennan y Lo, 2015). En particular, una de las preocupaciones al respecto es la pérdida irreparable de especies.

Como lo sostiene Sepkoski (2017) “Fue solamente durante la segunda mitad del siglo xx que la idea de extinciones en masa llegó a ser científicamente respetable y, en consecuencia, la noción de ‘crisis’ de la biodiversidad pudo emerger” (p. 27). Siguiendo a este autor, entonces, es importante tener presente la idea de que la extinción de las especies es para siempre y que valoramos de un modo especial lo que estamos perdiendo; así, “Las valoraciones de la biodiversidad están estrechamente ligadas a la comprensión biológica de la extinción” (p. 36).

- Dado lo anterior, vale la pena insistir en que la EA es un fundamento para la conservación de la BD. De este modo, según Primack y Vidal (2019), algunos de sus postulados son:
- Todas las especies tienen derecho a existir (dado su valor intrínseco).
- Aun si solo valoramos a los humanos, los instintos hacia nuestra preservación deberían impulsarnos a conservar la BD.
- El respeto a la vida y a la diversidad humana es compatible con el respeto a la diversidad biológica.
- La naturaleza tiene un valor espiritual y estético que trasciende su valor económico.

Por su parte, Rolston relaciona de modo sugerente la EA con la BC:

La nueva ética invita a un cambio de marco de referencia: una ética más a favor de lo silvestre que resulta más lógica porque es más biológica, una ética radical que descienda hasta las raíces de la vida, que realmente sea “conservadora” por entender en toda su profundidad la conservación biológica. (2004, p. 80)

En esa misma vía de argumentación, Sarkar (2005) se pregunta: ¿por qué conservar la BD?, frente a lo cual afirma que esta es una cuestión normativa que tradicionalmente ha formado parte del núcleo de la EA. En este sentido, el autor establece seis condiciones para fundamentar una ética de la conservación biológica. Las condiciones que ha de cumplir la ética son:

- De generalidad: se debe atribuir valor a BD en general, en toda su complejidad.
- De fuerza moral: la ética debe producir una obligación en nosotros para intentar conservar toda la BD.
- De colectividad: se debe atribuir valor al menos a las especies e, *ipso facto*, a las poblaciones, porque en la práctica estas son las entidades que con mayor frecuencia serán los objetivos directos de la conservación.
- De todos los taxa: hay que asignar valor, además de a las especies, a los otros taxa.
- De establecimiento de prioridades: la ética debe permitir, si no proporcionar, un método para la priorización de especies (u otros objetivos) en contextos de conservación.
- No antropocentrista⁵: preferiblemente, la ética debe permitirnos atribuir valor a las entidades biológicas, sin referencia a nuestros intereses humanos particulares.

Con base en lo argumentado hasta ahora, se habrá podido advertir que la EA nos remite, desde diferentes puntos de partida, a la cuestión de los valores que le asignamos a la BD, planteando, en especial, la relevancia del valor intrínseco. Así las cosas, en el siguiente

apartado exploraremos la diversidad de valores atribuidos a la BD, la cual es un cimiento sólido para abogar por su conservación.

UNA PLURALIDAD DE VALORES ASOCIADOS A LA BIODIVERSIDAD: SUCINTO PANORAMA TAXONÓMICO

Mi estrategia para el abordaje de este apartado será, en primera instancia, sintetizar las definiciones de los distintos valores que diferentes autores le asignan a la BD para, posteriormente, enlistar los valores que esos autores le reconocen a la BD, con miras a mostrar una taxonomía de valores, aunque, sin duda, este panorama no da cuenta de esa pluralidad de manera exhaustiva. Para el primer cometido, he elaborado la tabla 1.

Tabla 1. *Diferentes valores asociados a la biodiversidad*

Valor	Definición	Principales autores de referencia
Intrínseco	Es el valor que tiene (o se le asigna) a una entidad (o conjunto de entidades) en sí misma, sin referencia al uso que se le pueda dar. ⁶	Sarkar (2005) y Takacs (1996)
Instrumental	“Algo tiene un valor instrumental si mejora el bienestar o la calidad de alguna entidad o estado de cosas [que se consideran importantes]” (Koricheva y Siipi, 2004, p. 39).	Koricheva y Siipi (2004); Callicott (2017); Sarkar (2005)
Utilitario	Es un tipo de valor instrumental, conocido también como valor de uso, que está centrado en los intereses humanos. Utilizamos componentes de la bd, por ejemplo, para proveernos de servicios (ecosistémicos).	Koricheva y Siipi (2004); Gaston y Spicer (2007)
Económico directo	Se refiere a los beneficios directos que obtenemos de la bd y que se traducen en réditos económicos (monetarios), como el valor o precio asignado a la madera de un bosque, entendida como materia prima para fabricar diversos productos.	Ehrlich P. R. y Ehrlich A. H. (1992); Primack y Vidal (2019); Takacs (1996)
Económico indirecto	Da cuenta de los beneficios que se obtienen de la bd de manera indirecta, como es el caso de los servicios ecosistémicos que ella nos brinda.	Ehrlich P. R. y Ehrlich A. H. (1992); Primack y Vidal (2019)

6. Ampliaré significativamente lo concerniente a este valor en el siguiente apartado.

De demanda	Es un valor utilitario que implica asignar un monto económico a la bd, en términos de lo que cuesta invertir en la conservación de, por ejemplo, un ecosistema, con base en los servicios que este provee a la humanidad.	Maclaurin y Sterelny, (2008)
De opción	Es un valor utilitario que se les asigna a elementos de la bd (como especies), no tanto debido a su utilidad actual, sino con respecto a sus posibles usos futuros (bioprospección).	Maclaurin y Sterelny, (2008); Gaston y Spicer (2007)
De amenidad	La bd nos permite realizar actividades que no son tan necesarias para la supervivencia, pero que pueden elevar nuestro nivel de vida y la alegría de vivir como, por ejemplo, el avistamiento de aves y el senderismo.	Koricheva y Siipi (2004); Takacs (1996)
Ecológico	La totalidad de valores que nosotros situamos en el ambiente, aunque se enfatiza en los servicios ecosistémicos.	Santana (2017); Takacs (1996)
Estético	Se refiere, por poner un caso, a la sensación de belleza que nos proporciona el apreciar un paisaje o un representante de una especie “carismática”.	Ehrlich P. R. y Ehrlich A. H. (1992); Takacs (1996)
De legado	Este consiste en el compromiso que adquieren las generaciones presentes para traspasar un “recurso”, como la bd, lo más intacto posible a las generaciones por venir.	Gaston y Spicer (2007)
Ético	Íntimamente ligado con el valor intrínseco de la bd: el respeto o la consideración moral que merecen los demás seres vivos en sí mismos.	Ehrlich P. R. y Ehrlich A. H. (1992)
Transformativo	El contacto con el mundo natural y, por supuesto, con la bd, puede hacer cambiar nuestras preferencias de consumo, por ejemplo, si ellas ponen en riesgo la permanencia de elementos significativos de la bd.	Takacs (1996); Callicott (2017)
De existencia	Valoramos el hecho de sentir placer y/o tranquilidad al saber que, por ejemplo, una especie existe.	Koricheva y Siipi (2004); Gaston y Spicer (2007)
Educativo y científico	Es un valor no extractivo de la bd, por cuanto esta se usa únicamente como contenido intelectual.	Primack y Vidal (2019); cdb (onu, 1992); Takacs (1996)

Biofílico	Basado en la idea de biofilia, ⁷ la cual da cuenta de la empatía que sentimos los humanos hacia las demás formas de vida.	Takacs (1996)
Espiritual	En relación con experiencias “cuasi religiosas” que llevan a valorar la bd por lo que ella representa, desde una perspectiva mística, para la humanidad.	Takacs (1996)

Fuente: elaboración propia.

Una vez presentado este (incompleto) panorama, paso a enlistar los tipos de valores que algunos de los autores indagados le asignan o le reconocen a la BD.

De acuerdo con Ehrlich y Ehrlich (1992), a la BD se le pueden asignar valores éticos (intrínsecos), estéticos, económicos directos y económicos indirectos (íntimamente relacionados con los servicios ecosistémicos). Takacs (1996), por su parte, propone los siguientes valores de la BD: científicos, ecológicos (servicios ecosistémicos), económicos, de amenidad social, “biofílicos”, transformativos, intrínsecos, espirituales y estéticos. Por otro lado, Koricheva y Siipi (2004) aluden a dos tipos de valores asociados a la BD: intrínsecos e instrumentales. Estos últimos los dividen entre valores de uso y de no uso. Dentro de los de uso identifican los valores relacionados con el mantenimiento de la vida humana (servicios ecosistémicos) y los de amenidad (estéticos e intelectuales). Con respecto a los valores de no uso, estos se concretan en los valores de existencia.

Desde otra perspectiva, Gaston y Spicer (2007) reconocen los valores utilitarios y no utilitarios de la BD. Los primeros los dividen entre directos (artículos o productos comercializados) e indirectos (servicios ecosistémicos). En cuanto a los no utilitarios, los clasifican en valores de opción, de legado, de existencia e intrínsecos. Por su parte, Maclaurin y Sterelny (2008) contemplan los valores intrínsecos (aunque descartan su posibilidad⁸); de demanda y de opción de la BD. Finalmente, Primack y Vidal (2019) dan cuenta de los valores asociados a la BD que se enuncian a continuación:

- Valores económicos directos

7. Desarrollaré este tema en las secciones finales del capítulo.

- de uso consuntivo
- de uso productivo
- Valores económicos indirectos
- productividad del ecosistema
- protección del agua y del suelo
- regulación del clima
- beneficios de la BD e indicadores ambientales
- valor de amenidad
- valor educativo y científico
- Valor de opción (bioprospección)
- Valor de existencia
- Valor intrínseco

Como se puede apreciar, distintos autores han relacionado una pluralidad de valores con la BD. *Grosso modo*, se puede advertir una tensión entre los valores instrumentales e intrínsecos, que pone de manifiesto que la BD no siempre se valora en sí misma, sino por los beneficios que le puede proveer a la humanidad. En particular, es cuestionable la asignación de valores económicos (monetarios) a la diversidad viviente. En palabras de Sarkar, “[...] la biodiversidad es similar a la libertad humana, o al amor, en el sentido de que es demasiado importante para ser comercializada en el mercado” (2005, p. 80). *Valor* no necesariamente significa ‘precio’ y si le ponemos precio a la BD estamos negando su valor, entendido en un sentido amplio. De acuerdo con Koricheva y Siipi,

Varios filósofos han argumentado que la biodiversidad está entre las cosas a las que no estamos moralmente autorizados de tratar como [una mercancía]. Según ellos, expresar el valor de la biodiversidad en términos económicos es incompatible con la actitud éticamente apropiada hacia la biodiversidad. (2004, p. 40)

En pocas palabras, esa multiplicidad de valores de la BD da cuenta de que esta conlleva “[...] una ‘madeja inextricable de nuestros valores y su valor’” (Takacs, citado por Koricheva y Siipi, 2004, p.

38). Por supuesto que estos valores pueden entrar en conflicto, como quedó patente líneas atrás, pero también conviene tener en cuenta que un denominador común de las propuestas retomadas es el *valor intrínseco* de la BD. Sin embargo, la definición de este valor no parecer ser tan nítida como podría pensarse. Paso a abordar esa cuestión.

HACIA UNA COMPRENSIÓN DEL VALOR INTRÍNSECO DE LA BIODIVERSIDAD

McShane (2017) define el “valor objetivo” como aquel que tiene algo independientemente de si es valorado.⁹ Al respecto, Maclaurin y Sterelny sostienen que

Normalmente pensamos que el valor está vinculado a la evaluación y depende de ella. Algo es valioso porque los agentes lo valoran. Las teorías del valor intrínseco parecen cortar este enlace. Decir que la biodiversidad es intrínsecamente valiosa es afirmar que sería valiosa incluso si nadie la valorara realmente. (2008, p. 150)

Una respuesta a esa dificultad la encontramos en Callicott (2017), para quien aludir al valor intrínseco como “ontológicamente objetivo” es, efectivamente, un error. Por ello, propone comprender el asunto desde la perspectiva que denomina la “exploración fenomenológica del valor intrínseco”. Esta inicia apelando al *estatuto ontológico del valor intrínseco desde un punto de vista subjetivo*. Según este autor, *valorar* es un verbo e *intrínseco* es un adjetivo. En este sentido, los humanos valoramos de dos maneras, instrumental e intrínseca, y lo hacemos por buenas razones. Pero eso no es todo, pues no basta con valorar como individuos, por lo que cobra relevancia la cuestión de cómo los valores *ontológicamente subjetivos se objetivan epistemológicamente*: los valores intrínsecos llegan a ser objetivos, no en el sentido ontológico, sino epistemológico del término.

Al respecto, Callicott sostiene que está por demostrarse si los otros seres vivos valoran su propia existencia del mismo modo en que lo hacemos nosotros: intrínsecamente. Para él, establecer ese hecho

9. De acuerdo con McShane (2017), esto es problemático, por ejemplo, en el campo de las ciencias, pues los científicos suelen considerar a sus objetos de estudio como *valorados*, no como *valorables* (p. 157): las ciencias preguntan qué valora la gente, no qué debería valorar. Por su parte, la ética cuestiona acerca de cuáles son las justificaciones de esas preferencias o valores.

(igualdad) sería una base para argumentar a favor de un principio ontológicamente subjetivo de las acciones de los demás seres vivos y, a su vez, “Este llega[ría] a ser un principio epistemológicamente objetivo de las acciones de los seres morales (agentes morales) si nosotros [...] consideramos su autovaloración y nuestra propia autovaloración de un modo no sesgado e imparcial” (Callicott, 2017, p. 173). A esto hay que añadir que los valores ontológicamente subjetivos también pueden ser objetivados socialmente. Podemos preferir cosas diferentes, pero

[...] los valores no son inmunes al argumento racional y aquellos para los cuales existe el soporte racional más fuerte son objetivados [...] a través de procesos políticos [...] Ellos son materializados en nuestras constituciones nacionales, en la legislación, en la jurisprudencia. Y evolucionan. (Callicott, 2017, p. 173)

Asimismo, afirma Callicott (2017), a pesar de que el término *valor intrínseco* es relativamente nuevo, la idea no lo es: posiblemente se nos dificulte definir con precisión lo que entendemos por el valor intrínseco de, pongamos por caso, una especie como el oso andino, *Tremarctos ornatus*, pero, en el fondo de nuestro ser, sabemos que un organismo perteneciente a esta especie no puede tratarse o valorarse (únicamente) de modo instrumental. Es precisamente el contacto con este tipo de organismos, el vínculo fenomenológico con ellos, una fuente de valoración irremplazable.

Según Odenbaugh (2017), los eticistas ambientales han estado preocupados por cuestiones como cuáles son los valores de los organismos y los colectivos que ellos conforman y qué razones hay para aceptar que ellos tienen esos valores. Sin embargo, han descuidado una cuestión central: ¿qué razones motivarán a las personas para proteger esos organismos y colectivos? Atender este interrogante haría de la EA una ética práctica. Es desde esta perspectiva que el autor alude a la psicología moral, en la que

[...] hay un debate con respecto a la naturaleza del juzgamiento moral. Los sentimentalistas afirman que los juicios morales implican emociones. Es decir, esos juicios son necesariamente afectivos. Los racionalistas niegan esto. Si el sentimentalismo es correcto, entonces tiene importantes implicaciones para lo que motiva la conservación de la biodiversidad. (Odenbaugh, 2017, p. 202)

Continuando con los planteamientos de Odenbaugh, la valoración de algo está conectada inexorablemente con nuestra experiencia; es decir, con nuestros intereses, necesidades y actitudes, lo cual está en sintonía con la exploración fenomenológica del valor intrínseco de la *BD* planteado por Callicott. A su vez, este tipo de aserciones se complementan con lo que afirma Rolston (2004), en el sentido de que el sistema que denominamos *BD* tiene valor en sí mismo, pero no valor para sí mismo: “Aunque es un productor de valores, no es un poseedor de valores” (p. 92).

De acuerdo con Sarkar (2005), existen al menos dos maneras de entender qué es un valor intrínseco. La primera de ellas, valor intrínseco 1, da cuenta de las propiedades de una entidad sin ninguna referencia a otras entidades. Este ha de contrastarse con “extrínseco”. Por otro lado, el valor intrínseco 2 es el que posee una entidad, independientemente de cualquier valor que pueda tener como medio para los fines de cualquier otra entidad. Este se opone a “instrumental”. Desde este punto de vista, y como lo enfatiza Sarkar, la primera noción no brindaría ningún fundamento a la *BC*, pues, al ser no relacional, no sería fuente de obligación moral por parte nuestra, lo que sí ocurre con el valor intrínseco 2. No obstante,

Para ambos significados de “intrínseco”, la conclusión final deseada por los defensores del valor intrínseco es que si una especie (u otra unidad) tiene valor intrínseco, entonces, simplemente, dado que es un depósito de valor intrínseco, debe tratarse de tal manera que no se le produzca ningún daño. (Sarkar, 2005, p. 55)

Aunque hay que señalar que el asunto no es tan transparente como podría parecer a primera vista. Como analizaremos en la siguiente sección, no basta con atribuirle valor intrínseco a componentes de la *BD* para argumentar a favor de que no debe infligírseles daño. Los valores intrínsecos de distintas entidades pueden entrar en conflicto, y para tomar cierto tipo de decisiones hay que tener en cuenta otra información, otros valores u otros atributos de la *BD*. Ilustremos esto con casos concretos.

VALORES EN DISPUTA. ESBOZO DE ALGUNOS EJEMPLOS

Desafortunadamente, habría una larguísima lista de ejemplos que me ayudarían a ilustrar que no es suficiente con considerar los valores

intrínsecos de ciertos organismos (o especies) a fin de protegerlos o no causarles ningún perjuicio. Asimismo, las situaciones problemáticas no se limitarían fácilmente a un solo tipo. Por ello, he decidido concentrarme en la cuestión de las especies introducidas, situando la discusión solo en dos casos del ámbito colombiano. Por supuesto que estos no han sido elegidos al azar, sino porque han cobrado relevancia en el debate sobre la conservación de los ecosistemas amenazados. El primero de ellos es sobre una especie vegetal, mientras que el segundo versa sobre una especie animal, que podríamos llamar “emblemática” del continente africano. *Grosso modo*, la introducción de especies foráneas, o exóticas, por parte del ser humano, ya sea de manera consciente o involuntaria, ha sido una de las principales amenazas a la *BD* local, muchas veces endémica. Como se recordará, esta es una manera en que el ser humano ha transformado radicalmente la faz y las dinámicas del planeta. Dicho esto, pasemos a los ejemplos.

*¡Guadaña contra el retamo espinoso!*¹⁰

El retamo espinoso (*Ulex europaeus*) es un arbusto originario de Europa occidental y el norte de África, que fue introducido en algunas regiones de Colombia, especialmente en Bogotá y sus alrededores, hacia la década de 1950, debido a los procesos de deforestación y subsecuente erosión que sufrían determinados entornos. Dado el rápido crecimiento de esta planta y que, además, por sus espinas funciona excelentemente como “cerca viva”, parecía cumplir con los requisitos para hacer frente a esas problemáticas. Sin embargo, como dice el adagio popular, “la cura resultó peor que la enfermedad”, pues el retamo espinoso se ha propagado, con el paso de los años (décadas), a buena parte de los Andes colombianos, desplazando a otras especies vegetales, estas nativas, compitiendo con ellas y alterando significativamente los ecosistemas invadidos. En pocas palabras, el retamo se ha convertido en un huésped indeseado y difícil de controlar. Se han emprendido un sinnúmero de campañas para intentar erradicarlo, pero, infortunadamente, estas han sido poco efectivas. Así, aunque los expertos coinciden en que esta especie debe exterminarse del contexto nacional, en la práctica esto parece imposible de lograr.

10. Baso este ejemplo en la información suministrada por el Acueducto de Bogotá en su página web, <https://www.acueducto.com.co>

En fin, es necesario arrancar de raíz el retamo para garantizar la conservación de los ecosistemas nativos (y sus especies e interacciones), lo que nos invita a reflexionar desde un punto de vista ético: ¿acaso el valor intrínseco de esta planta no es una razón suficiente para abstenernos de hacerle daño, al intentar erradicarla de los territorios en que se ha diseminado? Es claro que no basta con apelar a su valor intrínseco, ya que este entra en conflicto con otros valores. Por más que queramos respetar la existencia de todas las formas de vida, a veces deberíamos ir en contra de ese mandato.

¿Sacrificar los *Hippopotamus "magdalenensis"*?¹¹

El hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*) es originario de ecosistemas africanos, no de las zonas ribereñas colombianas. Sin embargo, en la década de 1980, para satisfacer uno de sus caprichos, el extinto jefe del Cartel de Medellín, Pablo Escobar, mandó traer unos ejemplares de esta especie, con el propósito de enriquecer su zoológico personal. Esos hipopótamos fueron situados en su hacienda Nápoles, ubicada en el Magdalena medio antioqueño. Luego de la muerte de Escobar, y de que esa hacienda cayera en el abandono, los hipopótamos quedaron en libertad, logrando adaptarse muy bien al entorno del río Magdalena, reproduciéndose eficazmente y ampliando su hábitat. Este éxito ecológico ha implicado, a su vez, un deterioro de los ecosistemas ocupados.

En concreto, un hipopótamo adulto debe consumir diariamente cerca de 80 kg de materia vegetal, lo que implica, entre otras cosas, una herbivoría desenfrenada a la cual no están adaptadas las plantas nativas, así como una competencia eficaz contra otros herbívoros. Asimismo, este animal defeca en grandes cantidades, lo cual suele hacer dentro de las fuentes de agua, hecho que aumenta la cantidad de materia orgánica que normalmente recibe el río, alterando así la disponibilidad de oxígeno para los organismos acuáticos (como los peces). Además, debido a su gran peso y a que es un animal que acostumbra pisotear el suelo, ha causado un gran impacto en la estructura edáfica del entorno. Por si fuera poco, los hipopótamos son anima-

11 . Fundamento este ejemplo en la entrevista que concedió Brigitte Baptiste (quien fuera por varios años la directora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt) a rcn Radio, en marzo del 2020. Dicha entrevista se puede leer y escuchar en este enlace: <https://www.rcnradio.com/colombia/antioquia/hipopotamos-de-hacienda-napoles-deben-ser-sacrificados-brigitte-baptiste>

les sumamente territoriales y agresivos, y atacan, entre otros, a los seres humanos.

Debido a estas características, los expertos coinciden en que los hipopótamos "*magdalenensis*", deben ser sacrificados (a manos de especialistas, entrenados para tal fin). Se podría pensar que lo mejor sería concentrarlos en reservas claramente delimitadas o llevarlos de vuelta al África, pero esto sería muy costoso, teniendo en cuenta las condiciones económicas de Colombia. Los defensores de animales, con razón, pondrán el grito en el cielo, pero desde el punto de vista de la EA no hay otra salida, sin negar lo lamentable que resulta. Al igual que en el caso del retamo espinoso, no es suficiente con alegar que el hipopótamo tiene un valor intrínseco y, por lo tanto, hemos de respetar su integridad: los valores de los ecosistemas invadidos y alterados pesan más que este descomunal artiodáctilo.

Estos ejemplos hacen patente, entre muchas otras cosas, que quizá los humanos que introducen especies crean que están enriqueciendo la BD del lugar. Pero, al menos como estos casos lo ilustran, el introducir ejemplares de especies exóticas puede ser una grave "amenaza para la diversidad nativa" (Koricheva y Siipi, 2004, p. 33). Lo que sigue, entonces, es tratar de mitigar esos impactos, por ejemplo, a través de procesos de conservación biológica y tomando como fundamento la EA.

Sin embargo, como ya se dijo, una reflexión desde la EA no implica solamente el asunto de la introducción de especies. Al respecto, vale la pena que veamos rápidamente otro ejemplo que va en una vía diferente, pero que llega a una conclusión similar. Rolston relata el caso de las cabras de cuernos largos del parque Yellowstone que adquirieron una infección ocular que las dejaba ciegas, lo que provocaba su muerte por inanición. El comité ético del parque impidió a los veterinarios intervenir, lo que conllevó la muerte de cerca de la mitad del rebaño: ¿los miembros del comité actuaron sin piedad?

Más bien sabían que aunque el dolor es intrínsecamente malo, sea en un humano o en una cabra, en los ecosistemas el dolor es instrumental, ya que por ese medio las cabras se seleccionan para lograr un ajuste adaptativo más satisfactorio [...] Haber interferido en favor del ganado ciego habría debilitado a la especie. Ni siquiera la pregunta "¿sienten sufrimiento?" es tan sencilla como Bentham lo pensó. (Rolston, 2004, p. 74)

Los casos expuestos, a todas luces problemáticos, nos abren las puertas para plantear las propuestas de la biofilia acotada y el antropocentrismo moderado.

BIOFILIA ACOTADA Y ANTROPOCENTRISMO MODERADO

El término *biofilia* fue acuñado por el biólogo E. O. Wilson (1984). En términos generales, esta se entiende como una tendencia innata de los humanos a centrar su atención en la vida y los procesos vitales. Etimológicamente, *biofilia* sería el “amor por la vida”. Dado que “amor” es una palabra menos clara que “empatía” o “simpatía”, podríamos decir que la biofilia es la simpatía que nos despiertan las otras formas de vida (no solo la humana) y la empatía (el ser capaces de ponernos en el lugar de los otros) que expresamos hacia ellas. La *Empatía*, por su parte, es un fundamento para cualquier perspectiva ética y, en particular, para la EA. Sin embargo, entendida del modo expuesto, la biofilia daría cuenta de una situación de “todo o nada” y, a mi modo de ver, esa simpatía y esa empatía se dan en grados: no sentimos la misma afinidad por todos los seres vivos. De lo que se trata, entonces, es de una “biofilia acotada”, la que está en consonancia, epistemológicamente hablando, con la poca practicidad que entraña comprender la BD como “toda la Biología”.

La *biofilia acotada* se pone de manifiesto en los ejemplos expuestos en la sección previa: no nos identificamos del mismo modo con el retamo espinoso que con el hipopótamo. Nos causa menor aflicción pensar en que es necesario podar ese tipo de arbustos que sacrificar ejemplares de esa especie animal. Los animalistas emprenderán campañas para salvar la vida de los hipopótamos “*magdalenensis*”, pero creo que pocos alzarán sus voces a favor del retamo “*bogotensis*”. Así las cosas, no es el caso que simpaticemos o seamos empáticos con *todas* las formas de vida, pues, en gran medida, ello va a depender de la situación en juego. De cualquier modo, sí asumo que la biofilia tiene importantes implicaciones éticas, tal y como lo sostuve en otro lugar (Castro, 2019). Allí me basé en las palabras de Wilson (1984) que traigo nuevamente a colación: “La conclusión a la que llego es optimista: en la medida en que comprendamos a los otros organismos, les daremos un mayor valor a ellos y a nosotros mismos” (p. 2) y “La humanidad es exaltada no porque estemos muy por encima de otras

criaturas vivientes, sino porque conocerlas bien eleva el concepto mismo de vida” (p. 22).

Sin embargo, cabe reiterar que en este trabajo acudo a la EA:

La ética ambiental es la única ética que va más allá de la cultura. Tiene que evaluar la naturaleza, tanto la naturaleza silvestre como la que está mezclada con la cultura, y sobre esa base juzgar qué deberes tenemos. Una vez que aceptas la ética ambiental, no puedes seguir siendo el humanista que alguna vez fuiste. (Rolston, 2004, p. 69)

Entonces, el humano ya no es el centro de la consideración ética, sino el origen de las obligaciones morales:

Si hace honor al calificativo de su especie, que significa sabio, ¿no acaso el *Homo sapiens* debe valorar esa multiplicidad de vida como algo que nos lanza un llamado a preocuparnos por la vida en sí misma? Solo la especie humana contiene agentes morales, pero quizá la conciencia sobre la Tierra no debería usarse para restar consideración a todas las otras formas de vida, con el resultado paradójico de que la única especie moral actúa hacia el resto de las especies exclusivamente en favor de su propio interés colectivo. ¿No es acaso la tarea filosófica última el descubrimiento de una gran ética que sepa cuál es el lugar que ocupa el ser humano bajo el sol? (Rolston, 2004, p. 98)

De este modo, la noción de biofilia acotada es una perspectiva que permite sustentar la asignación, entre otros, del valor intrínseco y del valor de existencia de la BD, al menos para un amplio espectro de entidades biológicas. Esa valoración es hecha por humanos, pero no necesariamente será “antropocéntrica radical”. Por ello, cabe insistir en que el humanismo, como base del antropocentrismo desafortunado, debe dar paso a la biofilia en estrecha relación con un “antropocentrismo moderado”, término que tomo de Sarkar (2005): los valores de la BD son, en última instancia, valores humanos, por lo que no podemos sustraer a la humanidad de una valoración de BD. En pocas palabras, somos el centro de las obligaciones (y valoraciones), no de los privilegios. Según este autor, la teoría evolutiva (originalmente propuesta por Darwin y Wallace) nos ha llevado a reconsiderar nuestro concepto de qué es el ser humano y cuál es el lugar que ocupa en el mundo viviente. Para Sarkar, además, esta teoría ha transformado, así sea indirectamente, los valores que le asignamos a la BD,

y esto nos conmina (¡nos obliga!) a tratar a los demás seres vivos de manera respetuosa. En efecto, esta complementariedad entre biofilia acotada y antropocentrismo moderado es una manera de desbaratar la paradoja de Darwin.

Así las cosas, no es el caso que toda injerencia humana en los ecosistemas o, de modo general, en el mundo natural, sea negativa, pues esto iría en contra de la BC, que se caracteriza principalmente por la intervención en los entornos amenazados o degradados. Sin embargo, es preciso reiterar que, a pesar de sus fundamentos éticos, conceptuales y prácticos, la conservación de la BD sería una empresa quijotesca si no estuviera basada, también, en los procesos educativos. Este será el tema del último apartado.

CONSIDERACIONES FINALES. LA EDUCACIÓN EN BIODIVERSIDAD: UNA APUESTA NECESARIA

Traigamos de vuelta la noción de “especies fenomenológicas”. De acuerdo con Maclaurin y Sterelny (2008),

92

El mundo viviente está organizado en especies fenomenológicas: grupos de organismos reconocibles e identificables. Este hecho hace posible la producción de guías de campo para aves y mariposas, claves de identificación para invertebrados, floras regionales y similares. [Así,] hemos adoptado la sabiduría biológica común de que la riqueza de especies fenomenológicas captura una dimensión crucial de la biodiversidad. (p. 40)

A esto agregaría que solo podemos aludir a especies fenomenológicas si hemos tenido un contacto directo con cierto tipo de entidades biológicas. Pero esa suerte de experiencia no es únicamente una fuente de conocimiento biológico sino, asimismo, un fundamento para la valoración de la BD. En palabras de Leopold: “Podemos ser éticos solo en relación con algo que podamos ver, sentir, amar, o con algo en lo que, de algún modo, tengamos fe” (2004, [1949], p. 35). Es desde una orilla complementaria, como vimos, que Callcott (2017) emprendió una “exploración fenomenológica del valor intrínseco de la BD”.

Es importante mencionar que para este autor el valor transformativo es una alternativa al instrumental, para lo cual es importante distinguir entre “preferencias sentidas” y “preferencias considera-

das". Según Callicott, la preferencia por fumar cigarrillo puede transformarse al conocer (considerar) los daños que este causa en la salud humana. De manera similar, tener experiencias sobre la naturaleza puede hacer cambiar nuestras preferencias (por ejemplo, de consumo de ciertos productos). En este sentido,

[...] un curso de campo en biología de la conservación, que incluya tanto la experiencia de la naturaleza como un apropiado marco cognitivo de esa experiencia, en verdad puede orientar hacia preferencias reconsideradas. La conservación de la biodiversidad bien podría llegar a ser privilegiada sobre, por ejemplo, los afrodisiacos de cuernos de rinoceronte, los pianos con teclas de marfil y los muebles de caoba. (Sarkar, 2012, citado por Callicott, 2017, p. 175).

Desde luego que cualquier curso, no solo de BC, sino de otras áreas del saber (aunque íntimamente relacionadas con la biología), debería propiciar una experiencia directa con los componentes de la BD, preferiblemente en entornos naturales o, al menos, poco afectados por las acciones humanas. Por supuesto que desde 1949, cuando se publicó la *Ética de la Tierra* de Aldo Leopold,¹² la educación ha mejorado. No obstante, como él mismo lo dijo en su momento:

[...] la educación, de hecho en desarrollo, no menciona ninguna obligación hacia la tierra que esté por encima de aquellas dictadas por el interés propio. El resultado neto es que tenemos más educación, pero menos suelo, menos bosques saludables y tantas inundaciones como en 1937." (Leopold, 1949/2004, p. 31)

Duele reconocerlo, pero tal vez estas palabras no hayan perdido vigencia en los albores del siglo XXI. Entonces, quizá el problema de fondo no sea únicamente tener más educación, sino promover una educación que tenga en cuenta diferentes valores asociados a la BD y enfatice nuestras responsabilidades para con ella. Se requiere con urgencia suscitar una "exploración fenomenológica de la educación en BD". Aunque esta empresa ya se ha acometido desde diferentes orillas, es preciso incrementar los esfuerzos. En lo que sigue traeré a colación dos propuestas que van en esa dirección.

12. Leopold murió en 1948, pero su trabajo fue publicado póstumamente un año después.

La primera de ellas es la reportada por los chilenos Rozzi *et al.* (2005), a partir de una experiencia educativa biocultural en el parque etnobotánico Omora. La motivación principal fue que los estudiantes de colegio aprendieran sobre la *BD* con base en la interacción con distintos organismos presentes allí. Ello implicaba salir del salón de clases y adentrarse en ese entorno por unos pocos, pero significativos, días, lo que permitió un encuentro “cara a cara” con diferentes especímenes que solo se conocían de manera indirecta, a través de los medios de información o los libros de texto: gracias a

[...] este re-encuentro físico, emocional y sensorial con la multiplicidad y singularidad de cada uno de los seres vivos, la noción de biodiversidad deja de ser un mero concepto y comienza a ser una vivencia de estar co-habitando entre muchos y diversos seres. (Rozzi *et al.*, 2005, p. 20).

Este reencuentro, que provee “[...] una experiencia fenomenológica de la diversidad biológica” (p. 27), además, “[...] ha ido generando una acción de conservación y una relación ética de convivencia que nos invita a proteger los árboles antiguos, con el deseo de seguir co-habitando y compartiendo con el búho las noches bajo las lenguas” (p. 22).

La segunda propuesta es de mi propia cosecha (Castro, 2005). En aras de comprender la *BD* de un entorno natural aledaño a una institución educativa en la localidad de Ciudad Bolívar (Bogotá), a través de procesos de investigación, grupos de estudiantes de noveno grado centraron su mirada en un organismo (especie) que les interesara conocer a profundidad. Al final de la experiencia, cuando los grupos socializaron sus hallazgos, hubo un entendimiento de ese entorno como algo más complejo de lo que se pensaba. Pero el asunto no se limitó a aprender cuestiones de biología (que ya de por sí es importante), sino que emergieron distintas formas de valorar el ecosistema, sus componentes e interacciones, lo que, a su vez, motivó a algunos estudiantes a defenderlo y conservarlo. Uno de ellos dijo:

Lo que pensamos lograr con el trabajo es aprender y conocer especies que habitan en el [entorno] y cuidar la vegetación que hay y que podemos encontrar en esos lugares. Tener pruebas de medio, de vegetación y animales por si algún día llegan constructoras, tener

pruebas de que es un medio natural y entablar una demanda. (Castro, 2005, pp. 64-65)

En consecuencia, la educación en BD ha de estar basada, entre otras cosas, en una EA, por medio de la cual se puedan reconocer y evaluar los diferentes valores que les endilgamos a los distintos competentes de la diversidad biológica, a fin de coadyuvar a la formación de ciudadanos que se tomen muy en serio su conservación. Desde luego, también es cierto que habría poca oportunidad para proteger el mundo viviente si la BC no involucrara activamente a los agentes humanos en sus proyectos, campañas o estrategias a través de procesos educativos. Por tal razón, es imperativo tomar conciencia de que los humanos somos una especie más, pero no como las otras. Así, en lugar de abrazar y robustecer la paradoja de Darwin, se requiere que la educación en BD resalte la complementariedad entre la biofilia acotada y el antropocentrismo moderado: al parecer, solo en la humanidad hay agentes morales, lo que implica que seamos los únicos seres vivos capaces de valorar y de reflexionar acerca del modo en que valoramos, así como de ponderar los valores en juego en determinadas situaciones (como las ilustradas en los ejemplos expuestos) y de actuar en consecuencia. En fin, somos el centro de las obligaciones morales, no el punto de referencia privilegiado a la hora de recibir consideraciones especiales (por ejemplo, de índole ética): ¿no sería esta, quizá, la mejor manera de resaltar la sabiduría que caracteriza a los *Homo sapiens*?

Finalmente, con base en lo argumentado a lo largo de este capítulo, queda la sensación de que las relaciones entre BD, EA, BC y educación han sido poco exploradas, por lo tanto, es preciso emprender nuevas acciones que ayuden a constituir o estrechar los vínculos que las enlacen íntimamente. A pesar de que en el preámbulo del CBD (ONU, 1992) se aluda tangencialmente al *valor educativo de la BD*, y que autores como Primack y Vidal (2019) lo consideren relevante, pero no ahonden en él, es muy probable que este sea un elemento fundamental de las conexiones aún por establecer o afianzar. Asimismo, es factible que dicho valor haya devenido en una suerte de eslabón perdido (¡o subvalorado!) que arrojará luz sobre los pilares de la educación en BD, la cual es, hoy más que nunca, una apuesta necesaria, si de veras queremos proteger la majestuosa diversidad del mundo viviente.

REFERENCIAS

- Bermudez, G., De Longhi, A., Díaz, S. y Gavidia, V. (2014). La transposición del concepto de diversidad biológica: Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria española. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 285-302.
- Brennan, A. y Lo, Y-S. (2015). Environmental ethics. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/ethics-environmental/>
- Callicott, B. (2004). *La ética de la Tierra en nuestros días*. En M. Valdés (comp.), *Naturaleza y valor: Una aproximación a la ética ambiental* (pp. 45-68). Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica.
- Callicott, B. (2017). *What good is it, anyway?* En J. Garson, , A. Plutynski y S. Sarkar (eds.), *The Routledge handbook of philosophy of biodiversity*, pp. 168-182. Routledge.
- Castro, J. A. (2005). *La investigación del entorno natural: Una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales*. Universidad Pedagógica Nacional y Fundación Francisca Radke.
- Castro, J. A. (2019). El estatus ontológico, epistemológico y ético de los animales de laboratorio: Del especismo a la biofilia y la bioética. *Tabula Rasa*, 32, 39-56. <https://doi.org/10.25058/20112742.n32.03>
- Ehrlich P. R. y Ehrlich, A. H. (1992). The value of biodiversity. 21(3), *Ambio, Economics of Biodiversity Loss*, 219-226.
- Garson, J., Plutynski, A. y Sarkar, S. (eds.). (2017). *The Routledge handbook of philosophy of biodiversity*. Routledge.
- Gaston, K. y Spicer, J. (2007). *Biodiversidad: Introducción*. Acribia.
- Koricheva, J. y Siipi, H. (2004). *The phenomenon of biodiversity*. En M. Oksanen y J. Pietarinen (eds.), *Philosophy and Biodiversity* (pp. 27-53). Cambridge University Press.
- Leopold, A. (2004). *La ética de la Tierra*. En M. Valdés, (comp.), *Naturaleza y Valor: Una aproximación a la ética ambiental* (pp. 25-44). Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. Obra original publicada en 1949.
- Maclaurin, J. y Sterelny, K. (2008). *What is biodiversity?* The University of Chicago Press.

- McShane, K. (2017). *Is biodiversity intrinsically valuable? (And what might that mean?)*. En J. Garson, A. Plutynski y S. Sarkar (eds.), *The Routledge handbook of philosophy of biodiversity* (pp. 155-167). Routledge.
- Morar, N., Toadvine, T. y Bohannan, B. (2015). Biodiversity at twenty-five years: Revolution or red herring? *Ethics, Policy & Environment*, 18(1), 16-29.
- Odenbaugh, J. (2016). Conservation biology. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/conservation-biology/>
- Odenbaugh, J. (2017). *Protecting biodiversity and moral psychology; or why philosophers are asking the wrong questions*. En J. Garson, A. Plutynski y S. Sarkar (eds.), *The Routledge handbook of philosophy of biodiversity* (pp. 193-211). Routledge.
- Oksanen, M. (2004). *Biodiversity considered philosophically: An introduction*. En M. Oksanen y J. Pietarinen (eds.), *Philosophy and biodiversity* (pp. 1-23). Cambridge University Press.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica, Río de Janeiro*. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Primack, R. y Vidal, O. (2019). *Introducción a la biología de la conservación*. Fondo de Cultura Económica.
- Rolston, H. (2004). Ética ambiental: Valores en el mundo natural y deberes para con él. En M. Valdés (comp.), *Naturaleza y valor: Una aproximación a la ética ambiental* (pp. 69-98). Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica.
- Rozzi, R., Draguicevic, J. M., Arango, X., Sherriffs, M., Ippi, S., Anderson, C., Acevedo, M., Plana, J., Cortés, E. y Massardo, F. (2005). Desde la ciencia hacia la conservación: El programa de educación y ética ambiental del Parque Etnobotánico Omora. *Ambiente y Desarrollo*, 21(2), 20-21.
- Santana, C. (2017). *Biodiversity eliminativism*. En J. Garson, A. Plutynski y S. Sarkar (eds.), *The Routledge handbook of philosophy of biodiversity* (pp. 86-95). Routledge.
- Sarkar, S. (2005). *Biodiversity and environmental philosophy: An introduction*. Cambridge University Press.

- Sarkar, S. (2017). *Approaches to biodiversity*. En J. Garson, A. Plutynski y S. Sarkar (eds.), *The Routledge handbook of philosophy of biodiversity* (pp. 43-55). Routledge.
- Sepkoski, D. (2017). *Extinction and biodiversity: A historical perspective*. En J. Garson, A. Plutynski y S. Sarkar (eds.), *The Routledge handbook of philosophy of biodiversity* (pp. 26-39). Routledge.
- Siiipi, H. (2017). *Unnatural kinds: Biodiversity and human-modified entities*. En J. Garson, A. Plutynski y S. Sarkar (eds.), *The Routledge handbook of philosophy of biodiversity* (pp. 125-138). Routledge.
- Soulé, M. (1985). What is conservation biology? A new synthetic discipline addresses the dynamics and problems of perturbed species, communities, and ecosystems. *BioScience*, 35(11), 727-734.
- Takacs, D. (1996). *The idea of biodiversity: Philosophies of paradise*. The Johns Hopkins University Press.
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press.
- Wilson, E. O. (1997). *Introduction*. En M. Reaka-Kudla, D. E. Wilson y E. O. Wilson (eds.), *Biodiversity II: Understanding and protecting our biological resources* (pp. 1-3), Joseph Henry Press.
- Wilson, E. O. y Peter, F. (eds.). (1988). *Biodiversity*. National Academy Press.

Impacto humano sobre la biodiversidad y su evolución: implicaciones y retos en la dinámica educativa

Irma Catherine Bernal Castro

INTRODUCCIÓN

Los cambios antropogénicos en el clima, la tierra, los océanos y la biosfera son ampliamente debatidos como factores de una nueva época geológica definida por la acción humana, conocida como Antropoceno. Partidarios de esta propuesta señalan que la especie humana se ha convertido en una fuerza impulsadora de cambios en el funcionamiento del sistema terrestre, una de cuyas consecuencias es la alta pérdida de la biodiversidad. En este documento se discute en primera instancia, y teniendo en cuenta los debates actuales sobre Antropoceno, la dicotomía de límites difusos entre naturaleza y cultura, argumentando que no es posible continuar pensando la naturaleza y la cultura como dominios independientes,

posición epistémica necesaria para encontrar nuevas formas de relacionarnos con la biosfera. En consecuencia, se sugiere que uno de los retos educativos es la promoción de heurísticas enmarcadas en un pensamiento relacional, que permitan entender que nuestras prácticas culturales y nuestra naturaleza biológica están tan imbricadas que no pueden ser consideradas elementos aislados, dado que las normas culturales y los procesos biológicos comparten el mismo espacio ambiental. Quizás esto nos permita gestionar mejores relaciones con el ambiente e impulsar estrategias de adaptación que aminoren el impacto negativo de la intervención humana sobre la biodiversidad.

EL ANTROPOCENO: LA HUELLA HUMANA SOBRE EL AMBIENTE

El término *Antropoceno*, propuesto por el químico holandés Paul Crutzen y el biólogo estadounidense Eugene Stoermer, refleja el impacto cuantitativo que tienen los seres humanos sobre el medio ambiente planetario (Crutzen y Stoermer, 2000). Este concepto surge de los estudios sobre el agujero de ozono en la Antártida, causado, en gran parte, por el aumento de dióxido de carbono en la atmósfera, lo que reforzó la hipótesis de que la actividad humana provoca efectos negativos sobre otras formas de organización viviente. Aunque el *Antropoceno* es un término científico en construcción, la idea misma que intenta presentar no lo es; desde el siglo XIX ya se documentan publicaciones relacionadas con la influencia de la actividad humana sobre el ambiente (véase Marsh, 1864). De igual forma, las poblaciones contemporáneas han despertado la conciencia de que hay un cambio en el tiempo que se evidencia en la asincronía de los periodos, por ejemplo, de invierno y verano; lluvias y sequías. Aunque Latour (2017) está en lo cierto al decir que “*Antropoceno*”, “*límites planetarios*”, “*gran aceleración*”, entre otros, son “... términos que los científicos tuvieron que inventar en su intento por comprender esta Tierra que parece reaccionar a nuestras acciones” (p. 3), lo que sí es innegable es el impacto de la especie *Homo sapiens* sobre el planeta.

Desde el marco del Antropoceno se sugiere que la humanidad se ha convertido en una fuerza geológica por derecho propio. A raíz de estos cambios, la Tierra está saliendo de su época geológica actual, llamada Holoceno, hacia una nueva era. Sin duda, el cambio climático es tan solo un aspecto; la dinámica humana ha modificado los ciclos

biogeoquímicos (en particular el ciclo del agua), ha incrementado las tasas de extinción de especies, probablemente conduciendo al sexto evento de extinción en la historia de la Tierra (Steffen *et al.*, 2011).

Entre las discusiones sobre el Antropoceno, se han identificado momentos particulares de la actividad humana que han tenido un impacto significativo en el ambiente. Steffen *et al.* (2011) presenta cuatro momentos: dos relacionados con la preindustrialidad y dos posteriores. El primer momento es la ola de extinciones de la megafauna del Pleistoceno;¹ se plantea una correlación entre el surgimiento de la especie humana y el periodo de la sexta extinción. No obstante, se aclara que, aunque estas extinciones tuvieron un impacto ecológico, no hay evidencia de que dicho evento fuera apreciable en el funcionamiento del sistema Tierra. El segundo momento es la transición de las sociedades nómadas de cazadores, recolectores y pescadores hacia el establecimiento de sociedades dedicadas a la agricultura (hace aproximadamente 11 700 años), en la Creciente Fértil en el Cercano Oriente (también conocida como la Media Luna Fértil). El origen de sociedades agrícolas transformó el paisaje e intervino el acervo genético natural mediante el cultivo de plantas y animales. El ser humano, al seleccionar y propagar los mejores individuos de una especie con propósitos alimentarios o estéticos, mantiene la diversidad local y ejerce acciones contra organismos no deseados, generando continuamente nuevas variedades e incorporando variantes de otros sitios. Se maneja la hipótesis de que este proceso emitió suficiente dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) a la atmósfera, lo que logró frenar el inicio de la próxima edad de hielo.

101

Con relación a los momentos industriales, se destaca, inicialmente, la Revolución Industrial, evento que marcó el fin de la agricultura como actividad humana dominante y se caracterizó por la prevalencia de la utilización de combustibles fósiles. No obstante, y a pesar de los cambios que produjo el aumento en el uso de dichos combustibles, la mayoría de los defensores del Antropoceno coinciden en que el mayor impacto de la actividad humana se ha producido a partir de la década de 1950, momento denominado la *gran aceleración*

1. Con relación a las causas de la extinción del Pleistoceno se mencionan dos hipótesis, actualmente cuestionadas: la caza excesiva por parte de los primeros grupos de *Homo sapiens* y la variabilidad climática de la época.

(Steffen *et al.*, 2011), marcado por el periodo entre guerras, que desembocó en la industrialización mundial y el desarrollo tecnocientífico.

La empresa humana cambió de rumbo después de la Segunda Guerra Mundial. Aunque la huella de la actividad humana en el medio ambiente global a mediados del siglo xx era claramente discernible más allá del patrón de variabilidad del Holoceno de varias formas importantes, la velocidad a la que esa huella crecía aumentó drásticamente a mediados de siglo. El cambio fue tan dramático que el periodo de 1945 a lo que va corrido del siglo xxi ha sido llamado la *gran aceleración*. (Steffen *et al.*, 2011, p. 849. Traducción propia)

Este periodo también se caracteriza por la carrera armamentista nuclear, la explosión demográfica, el rápido crecimiento económico, la expansión de los viajes internacionales, el avance en las comunicaciones electrónicas, la conectividad económica, el aumento de la población en las ciudades, el crecimiento de la actividad económica por el consumo de petróleo y el aumento de nitrógeno reactivo en el medio ambiente, derivado de la fijación humana de nitrógeno atmosférico para fertilizantes, entre otros.

Con relación a la biodiversidad, y a pesar de algunos logros para revertir su pérdida, la tendencia, en el periodo de 1970 al 2010 y en adelante, es hacia el declive. Los indicadores de biodiversidad muestran una disminución de las poblaciones de vertebrados y un deterioro en las condiciones de los arrecifes de coral, siendo la actividad humana la promotora de estos cambios. Una respuesta a la disminución de la biodiversidad es la ampliación de las áreas protegidas (como parques y reservas naturales), el manejo de especies exóticas invasoras y el manejo forestal sostenible. Sin embargo, pese a la implementación de estas estrategias de conservación no se han dado cambios significativos en las tasas de disminución de la biodiversidad (Steffen *et al.*, 2007, 2011, 2015).

Claramente, establecer en qué momento inicia el Antropoceno es una discusión de larga data. Para algunos autores, el momento clave es la revolución agrícola (Kaplan *et al.*, 2011); para otros, la Revolución Industrial (Crutzen, 2002), y hasta se ha llegado a señalar el desarrollo científico de la bomba atómica como el inicio del Antropoceno (Livingston *et al.*, 2001; Masco, 2010; Waters, *et al.* 2015). Lo que

sí es indiscutible es que la actividad humana ha dejado una huella profunda en el ambiente.

El debate orientado a identificar el tiempo de inicio del Antropoceno continúa vigente en el campo de la geología, donde se evalúa la pertinencia de establecer un nuevo periodo de tiempo geológico. Sumado a ello, en los últimos años, los análisis de marcadores antropogénicos documentan la aparición de materiales manufacturados; específicamente, en los análisis de sedimentos se han identificado elementos como aluminio, plásticos y hormigón, lo que coincide con los picos globales de radioactividad y aumento del consumo de combustibles fósiles (Waters *et al.*, 2016; Zalasiewicz, 2015); además, hay evidencia de vestigios nucleares en suelos y sedimentos de la década de 1950 (Masco, 2010). Esta evidencia justifica que la gran aceleración es el momento de la actividad humana que más ha generado desequilibrio en el sistema Tierra.

Al margen de las cuestiones sobre la identificación del momento geológico en el que inicia “la época de los humanos”, se han abierto un sinnúmero de debates con el objetivo de cambiar la nominación actual del Antropoceno; se discute, por ejemplo, el nombre de Capitaloceno, argumentando que detrás de los momentos industriales opera un sistema de poder, ganancia y reproducción basado en el capital (Moore, 2017). Otros autores proponen denominar este periodo Tecnoceno, dado el acoplamiento de las sociedades humanas con la tecnología, y su impacto en los procesos centrales que impulsan la dinámica del sistema Tierra (López-Corona y Magallanes-Guijón, 2019; Warwick, 2016).

Por otro lado, el Antropoceno abre discusiones alrededor de la “agencia humana”. Específicamente, se afirma que la actividad humana rivaliza con fuerzas de la naturaleza:

En conjunto, estas tendencias son evidencia de que la humanidad, nuestra especie, se ha vuelto tan grande y activa que ahora rivaliza con algunas de las grandes fuerzas de la naturaleza en su impacto en el funcionamiento del sistema Tierra. (Steffen, 2011, p. 843. Traducción propia)

Lo anterior nos lleva a pensar en cuál es la relación entre naturaleza y cultura, en otras palabras, cuál es la interdependencia entre

agencia humana y ambiente. Lo anterior propicia la apertura a un giro epistemológico, cimentado en una perspectiva evolutiva, que plantee nuevos desafíos para la especie en su conjunto, y despliegue consecuencias normativas que aminoren la crisis ambiental.

En este sentido, este trabajo propone que el Antropoceno constituye un marco conceptual innovador para continuar repensando la relación entre naturaleza y cultura (Trischler, 2013, 2017). La discusión de este dualismo tiene implicaciones en las formas en las que entendemos y damos solución a problemáticas como la crisis planetaria y ambiental, además, nos invita a pensar la manera como nos relacionamos con nuestro entorno, y a promover nuevas prácticas de conocimiento y políticas ambientales innovadoras que beneficien la dinámica y regulación ambiental.

NATURALEZA-CULTURA: UNA DISYUNCIÓN DE LA MODERNIDAD

Una serie de dicotomías han permeado la modernidad, entre ellas la de naturaleza-cultura, que se desarrolla de manera general en este capítulo. La forma de comprender esta dicotomía ha cambiado a lo largo de la historia y ha influido en la construcción de perspectivas sobre las relaciones entre sociedad y naturaleza. Autores como Keller y Scharff-Goldhaber (1987) ubican el inicio de esta dicotomía en los planteamientos de Francis Bacon (Bacon, 1620/1975), quien en los "Aforismos sobre la interpretación de la naturaleza y el reino del hombre", libro primero, señala: "El hombre, servidor e intérprete de la naturaleza, ni obra ni comprende más que en proporción de sus descubrimientos experimentales y racionales sobre las leyes de esta naturaleza; fuera de ahí, nada sabe ni nada puede". Al lado de Bacon, otros científicos y filósofos de la "revolución científica" intensificaron la idea de controlar la naturaleza a través del conocimiento científico, justificando que este no solo conlleva sabiduría sino también poder.

Indiscutiblemente, las dicotomías o separaciones del mundo moderno han marcado la ciencia y las tecnologías, proyectando un mundo en el que están desconectados los seres humanos y la naturaleza. Además, ha propiciado una lógica contradictoria, en la cual el ser humano (que representa la cultura) es un agente independiente de la naturaleza, que actúa sin prever que su acción repercute en la dinámica del sistema Tierra. Lo anterior se ve reflejado en la literatura

sobre el Antropoceno, donde el **hombre** *Homo sapiens* es un agente causante de daño y amenaza planetaria, que parece desconocer que el único lugar en el que puede vivir es el planeta Tierra.

En palabras de Descola y Pálsson “[...] esta dicotomía [mente y cuerpo, lo natural y lo cultural] no solamente es otra categoría analítica que pertenece a la caja de herramientas de las ciencias sociales, sino que es la base principal de la epistemología de la modernidad” (1996, p. 12; traducción propia). Dicha perspectiva analítica sugiere la externalización de la naturaleza tanto en las prácticas productivas como en las prácticas cognitivas.

En el campo de la antropología esta dicotomía ha estado muy presente, por ejemplo, en posturas materialistas que consideran a la naturaleza un factor determinante de la acción social, y en posturas estructuralistas que utilizan esta dicotomía como un dispositivo analítico para darle sentido a lo simbólico (mitos, ritos y realidades, entre otros). En este punto, es preciso señalar que diversas áreas de la antropología abogan por un estudio en profundidad del ser humano, que conduzca a la construcción de marcos teóricos interdisciplinarios donde se reconozcan las interacciones complejas entre lo biológico, lo cultural y lo ecológico. En este sentido, Ferícgla propone que

105

[...] la cultura —objeto último de estudio de la Antropología— tiende a ser estudiada tanto en el sentido de ser causa del comportamiento humano como en el sentido de ser, a la vez, efecto o resultado de la acción de las personas. Es decir, el ser humano es a la vez sujeto y objeto de su cultura, [...] también lo es doblemente en su sentido biológico y simbólico. (2000, p. 99)

En discusiones conjuntas entre teóricos de las ciencias humanas y sociales se ha expresado el escepticismo ante cualquier intento de distinguir lo natural de lo cultural (Lewens, 2015). De igual forma, los planteamientos contemporáneos de la biología, en particular de la síntesis evolutiva extendida (Jablonka y Lamb, 2005; Müller y Wagner, 2003; Pigliucci, 2007) y la teoría de sistemas de desarrollo² (Oyama *et al.*, 2003) ponen de relieve las relaciones recíprocas entre sujeto y ambiente, reconociendo que hay una variedad de recursos que se combinan causalmente para producir descendencia; por un

2. En inglés, development systems theory (dst).

lado, la información que proviene de canales genéticos y por otro, la herencia cultural. Estas propuestas contemporáneas se han extendido a través de áreas como la bioantropología para lograr una aproximación compleja, por ejemplo, de la evolución humana.

Es pertinente señalar que este dualismo también ha permeado la educación. Como bien lo expresa Dewey, en su obra *Democracia y educación*, hay una relación de continuidad entre humano y naturaleza, que se hace evidente en los procesos de adaptación de los organismos a sus nichos y en las adaptaciones comportamentales de los individuos a la sociedad (García Amilburu, 2016).³ Este autor señala que "... el dualismo filosófico entre el hombre y la naturaleza se refleja en la división de los estudios entre el naturalismo y el humanismo, con una tendencia a reducir los últimos a un registro literario del pasado..." (1916/1995, p. 245). La situación que describe Dewey es una constante en la educación actual, donde impera un currículo estructurado por islas de conocimiento. No obstante, y a pesar de las múltiples propuestas que se vienen presentando para superar el estrecho marco de los enfoques disciplinares, la práctica en la escuela está lejos de cambiar esta situación. En este sentido, se aboga por un currículo integrado que propenda por la disolución de límites entre áreas diferentes de conocimiento.

En las últimas décadas, llama la atención el "giro ambiental" que está permeando los debates académicos, desplazando una serie de discursos atrincherados, y dando paso al reconocimiento de las problemáticas ambientales como fundamentales en la comprensión de la dinámica y naturaleza humana. Este marco posibilita disposiciones epistemológicas diferentes y prácticas dialógicas en las que emerge la necesidad de elaborar teorías y conceptos capaces de justificar que el clásico dualismo naturaleza-cultura deber ser replanteado.

Justamente, como lo proponen Descola y Pálsson (1996), el paradigma dualista impide un acercamiento realmente ecológico a la relación que existe entre los humanos y el medio ambiente. Para estos autores es prioritario un paisaje en el que los estados y las sus-

3. Dewey comparte el pragmatismo de C. S. Pierce, quien atendiendo a una perspectiva evolutiva reconoce al ser humano como un organismo que se adapta activamente al entorno en función del conocimiento que tiene de él; asimismo, tiene en cuenta la forma como el ambiente afecta al organismo.

tancias sean sustituidos por procesos y relaciones. De tal manera, “la cuestión más importante ya no es cómo objetivar sistemas cerrados, sino cómo explicar la propia diversidad de los procesos de objetificación” (Descola, 2001, p. 23).

Siendo consecuentes con la emergencia de la crisis ambiental, se ha puesto en evidencia la potencialidad de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (Cetina y Bruegger, 2002; Latour, 2007) así como de la antropología (Descola, 2002; Descola y Pons, 2012; Fuentes, 2016; Ingold y Pálsson, 2001; Tsing, 2011; Tsing *et al.*, 2017) para el tratamiento de la relación y/o disolución del dualismo. Los “teóricos de la hibridación” (como los llaman algunos) han contribuido al reconocimiento conceptual de que la naturaleza y la cultura no son dos dominios independientes; al contrario, son dominios estrechamente relacionados. En este sentido, aludo a la propuesta de “sujetos cibernéticos” de Donna Haraway (1994), que es una expresión de la difuminación de las fronteras entre lo animal y lo humano, los organismos y las máquinas, lo físico y lo no físico. Por su parte, Bruno Latour (2004, 2007, 2017) argumenta que no existe algo como naturaleza en sí y para sí misma, que no existe algo así como el conjunto de cosas humanas y no humanas; el mundo está poblado de formas híbridas de naturaleza y cultura que se multiplican incesantemente, tanto que podrían llamarse “cuasi-objetos”, es decir, elementos que no pueden ser concebidos enteramente naturales o sociales (por ejemplo, el agujero de ozono, los embriones congelados, organismos transgénicos, etc.). Por otro lado, Swyngedouw (2007, 2011) sostiene que “no hay algo así como una Naturaleza singular a partir de la cual pueda construirse y realizarse una política ambiental o una planificación ambientalmente sensible. Es preferible considerar que hay naturalezas múltiples y una multitud de relaciones sicionaturales existentes o posibles” (2011, p. 46), lo que existe son realidades simultáneamente sociales/culturales y físicas/naturales, y su coherencia, es decir su relativa sostenibilidad espacial y temporal, es predicada a partir de redes ensambladas de relaciones humanas y no humanas, caracterizadas como “arreglos socioambientales” (Swyngedouw 2007, p. 20). Por último, menciono a Tsing (2011, 2012), quien llama la atención acerca del reconocimiento de paisajes multiespecies en el Antropoceno, e Ingold (2004), para quien los humanos son considerados ensambles bioculturales (elemento que retomaremos en el próximo apartado).

En este punto, considero pertinente y novedoso asociar los aportes epistemológicos de los autores mencionados con la construcción de políticas alrededor de la biodiversidad y la crisis ambiental, pues no podemos desconocer que las políticas ambientales se ven permeadas por las formas en las que entendemos la naturaleza y la cultura. Finalmente, dichas políticas inciden en la manera en la que nos relacionamos y nos experimentamos con el entorno. Aquí es importante mencionar que, en diversas partes del mundo, las comunidades indígenas rechazan desde sus cosmogonías la dicotomía naturaleza-cultura, a lo que Descola y Pálsson (1996) han argumentado que se presta poca atención a cómo las culturas no occidentales conceptualizaban su medio ambiente y las relaciones con él. En este sentido, los abordajes y las concepciones de las comunidades indígenas podrían aportar significativamente al giro que se propone.

En consonancia con ello, Ugglá (2010) analiza cómo el concepto de “lo natural” se construye en los marcos regulatorios sobre la biodiversidad y el cambio climático. Su análisis muestra cómo en las políticas reguladoras persiste la dicotomía naturaleza-cultura, específicamente cuando se da lugar a la noción de un “estado natural” digno de ser protegido de la intrusión humana. Esta autora plantea que el concepto de naturaleza es “elástico”, en el sentido de que proporciona un vehículo ideológico para casi cualquier posición sobre la relación entre los humanos y su entorno, a lo que señala que “... no hay una naturaleza, sino una diversidad de naturalezas en disputa constituidas a través de procesos socioculturales de los que no pueden separarse” (2010 p. 81. Traducción propia). Asumir la naturaleza como un recurso amenazado, sagrado, puro y estable trae consecuencias en las políticas ambientales, y crea demarcaciones que hacen que los objetos parezcan peligrosos o inofensivos, importantes o sin importancia, naturales o no naturales. Desde esta postura, la acción humana es ambigua porque los seres humanos son presentados como los que tienen el poder y la habilidad para proteger, pero también representan la principal amenaza para la biodiversidad.

En los últimos años se ha intensificado la creación de áreas protegidas. Este modelo occidental de conservación de la naturaleza basado en el concepto de fragmentación y en la idea de que la naturaleza se conserva mejor como *naturaleza salvaje* o *natural*, ha sido exportado al resto del mundo, y ha desencadenado problemáticas

como el desplazamiento de pueblos nativos de sus tierras, la negación de sus derechos a la tierra, la interrupción de los sistemas de parentesco, el debilitamiento de los medios de vida y el reasentamiento forzado (Uggla, 2010). Desplazar dichas poblaciones de sus lugares originarios, en algunos casos “sagrados”, rompe los lazos de estas comunidades con el medio ambiente natural y puede desembocar en un sinnúmero de problemas administrativos.

Como se mencionaba en la primera parte de este documento, en las últimas décadas han sido múltiples los esfuerzos por disminuir los índices de pérdida de la biodiversidad. Una de las estrategias es el aumento de las zonas protegidas; no obstante, y a pesar del aumento en el porcentaje de estas en el mundo, no se ha dado una reducción de dichos índices. Como lo ejemplifica Uggla (2010), es necesario discutir la dicotomía naturaleza-cultura, con miras a disolver las fronteras entre estas dos categorías, y reconocer que esta separación tiene un impacto en las políticas regulatorias ambientales. En el siguiente apartado, se presentarán algunos elementos que pueden contribuir a esta tarea.

LA DISOLUCIÓN DE LAS FRONTERAS ENTRE LA NATURALEZA Y LA CULTURA: EL PENSAMIENTO RELACIONAL

Naturaleza y cultura no son categorías distintas, ni compartimientos cerrados y herméticos. La separación entre estos dos dominios se evapora bajo un escrutinio minucioso; por ejemplo, Tim Ingold considera que esta dicotomía ha imperado en la lógica antropológica impulsando una definición de humanidad como “Homo dúplex”, ante lo cual sugiere que la discusión no debe centrarse en proporcionar estrategias para unir estas dos ontologías, buscando formas de “pegar” estas “piezas”, sino que debe deshacer la lógica que llevó a esta división (Ingold, 2000; Ingold y Pálsson, 2013). En este sentido, en este trabajo se rechaza la tesis de la complementariedad, porque la idea no es establecer o identificar elementos que cumplan el papel de “pegamento” de estos dos aspectos, sino entender la dinámica variada y continua de la cultura y la naturaleza.

Se apuesta por un carácter profundamente relacional de la realidad: “las cosas no existen en el mundo real independientemente de sus relaciones”. Para este autor, la propuesta de pensamiento relacio-

nal contradice el pensamiento poblacional que ha defendido el proyecto neodarwiniano,⁴ según el cual cada individuo es una entidad discreta, limitada y enumerable, y el cambio evolutivo se entiende como agregado a las poblaciones de numerosos individuos discretos, cada uno de los cuales se especifica de manera única en su constitución esencial independientemente de su vida en el mundo.

Lo que necesitamos, en cambio, es una forma bastante diferente de pensar sobre los organismos y sus entornos, a la que llamo “pensamiento relacional”. Significa tratar al organismo no como una entidad discreta y previamente especificada, sino como un lugar particular de crecimiento y desarrollo dentro de un campo continuo de relaciones. Un campo que se despliega en las actividades vitales de los organismos y que está envuelto en sus morfologías específicas, poderes de movimiento y capacidades de conciencia y respuesta (Ingold 2002: 56-7). Más allá de la biología y la cultura. El significado de la evolución en un mundo relacional. (Ingold, 2004, p. 219. Traducción propia)

Con el advenimiento del pensamiento relacional se reemplaza la tesis de la complementariedad (social y biológica) del ser humano (Ingold y Pálsson, 2013), y se propone que la integración de la antropología con un campo amplio de la biología requiere que el estudio de la persona se haga bajo la idea de organismo, entendido no como entidad discreta y preespecificada, sino como un *locus* particular de crecimiento y desarrollo dentro de un campo continuo de relaciones (Ingold, 2002, pp. 56-57).

En coherencia con lo propuesto por Ingold, y con lo que se ha presentado en los apartados anteriores, se considera que el dualismo naturaleza-cultura da pie a una visión distorsionadora de estas dos categorías. Por lo tanto, se asume que un acercamiento al humano entendido como *holobionte*⁵ guarda relación con la propuesta de pen-

4. De manera ramplona podemos caracterizar el neodarwinismo como la fusión entre el darwinismo clásico y la genética moderna; entre sus postulados se destaca que la selección natural actúa a nivel del individuo (Mayr, 1982). En este sentido, cada gen, cada célula y cada organismo están diseñados para promover su propio éxito evolutivo a expensas de sus competidores; finalmente el individuo mejor dotado es el que transmite su ventaja a sus descendientes.

5. *Holobionte* viene del griego *holo*, que significa ‘todo’, y *bios* que se refiere a ‘vida’. Por lo tanto, *holobionte* es el conjunto formado por un organismo multicelular (animal o planta) y todos sus microorganismos asociados.

samiento relacional de Ingold. Desde la perspectiva de holobionte se plantea que los animales no pueden considerarse individuos por criterios anatómicos o fisiológicos debido a la diversidad de simbioses presentes, que cumplen el papel de completar las rutas metabólicas y/o servir a otras funciones fisiológicas. En este sentido, los estudios han demostrado que el desarrollo animal es incompleto sin simbioses. Los simbioses también constituyen un segundo modo de herencia genética, que proporciona variación genética seleccionable. Asimismo, el sistema inmune se desarrolla, en parte, en diálogo con simbioses, y por lo tanto funciona como un mecanismo para integrar microbios a la comunidad animal-célula (Gilbert, 2014; Gilbert *et al.*, 2012). Así pues, reconocer que múltiples interacciones entre especies hacen parte de un organismo deja en evidencia que los límites de estos (y por lo tanto los linajes de los que forman parte) son más permeables de lo que a menudo se supone (Dupré y O'Malley, 2007). Por lo tanto, entender el organismo como consorcio puede ser una herramienta conceptual importante para motivar un pensamiento relacional en la escuela y en la vida cotidiana; ello puede orientar nuevos caminos de debate e investigación en las ciencias, que posiblemente conduzcan a revisar paradigmas.

111

Valdespino *et al.* (2014) consideran que empezar a aceptar plantas y animales como asociaciones y no como individuos tendrá un impacto muy relevante en el pensamiento científico, pero también en la vida cotidiana, al tratar enfermedades y otros problemas, incluso, los medioambientales. “Un enfoque holobionte no es sólo una opción, sino una necesidad para entender cómo el cambio antropogénico, particularmente el climático, afectará simbiosis importantes y los ecosistemas en los que existen” (Diana Six, 2013, citada en Valdespino *et al.*, 2014, p. 8).

APUNTES PARA UNA PROPUESTA EDUCATIVA

Reconocer que no podemos pensarnos disgregados de la naturaleza es un asunto prioritario, y constituye un reto para la educación. A lo largo de este trabajo se han mostrado la naturaleza y la cultura, no como dos realidades que pueden “pegarse” sino como dos dominios continuos. Para lograr esto en la escuela, se propone dar paso a modelos en los cuales la naturaleza y la cultura desempeñen un papel activo, que permita reconocer que nuestras prácticas

culturales y nuestra naturaleza biológica están tan imbricadas que no pueden considerarse elementos aislados dado que las normas culturales y los procesos biológicos comparten el mismo espacio ambiental (Rietveld y Kiverstein, 2014). Esta perspectiva puede influir significativamente en la construcción de políticas y acciones que contribuyan a minimizar la crisis ambiental, incluida la pérdida de la biodiversidad que atravesamos.

Desde un enfoque evolutivo se propone abordar al ser humano como parte de la naturaleza, más allá de una relación de supervivencia. En la medida en que cualquier comprensión de la naturaleza implica una comprensión de la cultura, no existen seres humanos incorpóreos, o que vivan al margen o fuera de un ámbito sociocultural. Para el ser humano es tan necesario tener cuerpo como vivir en una cultura, esto indica que los organismos no tienen la posibilidad de existir fuera del ambiente (véase la figura 1). Como bien lo exponen Caporael *et al.* (2014), los humanos no viven como individuos fuera de los grupos sociales, siempre están interactuando con muchos otros en relaciones sociales mediadas por un entorno, lo que confiere gran importancia evolutiva a la organización de los grupos humanos que funcionaron y continúan funcionando como una interfaz entre el individuo y el hábitat.

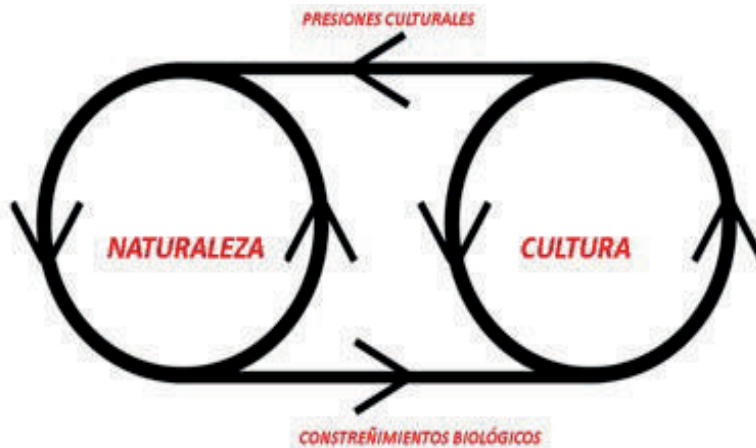


Figura 1. La naturaleza y la cultura son categorías ónticas, continuamente dinámicas.

Fuente: adaptada de Heras-Escribano y Pinedo-García (2018)

En los últimos años son múltiples las investigaciones en el campo de la evolutivo que abogan por una perspectiva continuista entre naturaleza y cultura. Destacó aquí el enfoque de Boyd y Richerson (1985), para quienes los seres humanos “son organismos biológicos y culturales”, y su comportamiento es producto de “influencias culturales y biológicas”. Sterelny (2014), Laland (2018) y Fuentes (2016) argumentan que la evolución de los homínidos implicó interacciones coevolutivas entre un conjunto de capacidades cognitivas, conductuales y sociales, y divergieron cada vez más de sus parientes simios dadas sus capacidades de cooperación, transmisión de información para el forrajeo y construcción de nicho. Si vemos, por ejemplo, el proceso de domesticación, este proporciona una oportunidad para continuar discutiendo el impacto humano sobre la biodiversidad, y la relación entre Naturaleza-Cultura. No podemos desconocer que los humanos han contribuido, a través de la selección artificial, a la evolución de plantas que producen frutos sin semillas, como plátanos, uvas, etc. Estos organismos domesticados tienen “simultáneamente funciones biológicas, culturales y artificiales” (Sperber, 2007, p. 124). Aspectos que no desarrollamos en esta lección de la cátedra, pero los consideramos un elemento potente para continuar ejemplificando la relación entre naturaleza y cultura.

Un abordaje de esta cuestión desde un enfoque evolutivo implica reestructurar procesos educativos a partir de perspectivas fincadas en la continuidad e integralidad de la naturaleza y la cultura. En este sentido, se propone adoptar como marco la teoría de construcción de nicho (TCN), que constituye un factor explicativo fundamental de la evolución humana, y puede servirnos para integrar la naturaleza desde una perspectiva de relaciones sionaturales que enfatizan el poder transformador de la especie humana y sus múltiples posibilidades de incidencia en la crisis planetaria.

La TCN brinda elementos que permiten un acercamiento complejo al estudio de la naturaleza y la cultura. Esta teoría establece una relación dinámica entre el organismo (que puede ser entendido como holobionte) y el entorno que genera bucles de retroalimentación. Esto explica el hecho de que los organismos cambien sus entornos con el fin de hacerlos más adecuados. Pero las contribuciones de la TCN no se agotan en este punto. Quizás más importante aún que la reconceptualización de la dinámica evolutiva, sea su capacidad para dar

cuenta no solo del cambio biológico, sino también del cambio cultural. Como plantean Laland y O'Brien "Los seres humanos pueden modificar y modifican sus entornos principalmente a través de procesos culturales, y es esta dependencia de la cultura lo que otorga a la construcción de nichos humanos una potencia especial" (2011 p. 194).

Desde la TCN, las relaciones organismo-ambientes son bidireccionales, esto es, cuando los organismos modifican sus ambientes, se ven afectados y afectan a otros; lo más probable es que modifiquen algunas de las presiones de selección natural que están presentes en sus propios ambientes selectivos, así como en los entornos selectivos de otros organismos. Un ejemplo que ilustra esta situación es la producción de oxígeno por los primeros organismos fotosintéticos (las cianobacterias) que, a partir de su actividad acumulada durante varias generaciones, provocaron cambios atmosféricos y, con ello, modificaron las presiones de selección para otros organismos, por lo cual han desempeñado un papel muy importante en la evolución biológica al sentar las bases para la aparición de la respiración aeróbica. La idea de que los cambios ambientales tienen consecuencias para las presiones de selección es una idea reconocida durante mucho tiempo.⁶ Y si los animales pueden provocar estos cambios mediante la construcción de nichos, es probable que este proceso afecte las presiones de selección a las que están expuestos ellos y otros animales.

La construcción de nichos es "el proceso mediante el cual los organismos, a través de su metabolismo, sus actividades y sus elecciones, modifican sus propios nichos y / o los de los demás" (Odling-Smee *et al.*, 2003, p. 419). La construcción de nichos en sí misma no se limita a aquellos cambios que son adaptativos, evolutivamente consecuentes o que impactan en el organismo focal: son todos y cada uno de los cambios que los organismos tienen en el mundo, en todos y cada uno de los marcos de tiempo. (Scott-Phillips, 2014, p. 1232. Traducción propia)

La TCN tiene como objetivo explicar cómo la dinámica entre los aspectos culturales y los biológicos a lo largo del tiempo tiene implicaciones evolutivas. Algunos partidarios de la dicotomía naturaleza-cultura aseveran que estas dos categorías evolucionan por

6. Es importante mencionar que en la década de los setenta autores como Richard Levins y Richard Lewontin ya empezaban a mencionar intersecciones muy complejas entre organismo y ambiente, desde una perspectiva dialéctica (influenciada por el marxismo).

diferentes razones, por ejemplo, la naturaleza biológica está evolucionando debido a “leyes” puramente biológicas, mientras que nuestras prácticas culturales evolucionan gracias a los cambios en nuestras normas sociales y convenciones culturales. No obstante, esta postura es incongruente, dado que no se puede pensar que no interactúan entre sí, pues comparten el mismo espacio y se desarrollan a través de los mismos organismos.⁷

Por consiguiente, se afirma que la naturaleza y la cultura son dos estados ontológicos interdependientes, que se configuran a través de constreñimientos biológicos y culturales (véase la figura 1). Este esquema puede constituirse en un recurso para mostrar la reciprocidad entre naturaleza y cultura desde un punto de vista evolutivo, ecológico y cultural. Finalmente, desde esta perspectiva no se desconoce que el **hombre** ser humano es generador de cambios significativos en el sistema Tierra y que, indudablemente, está alterando muchos procesos geológicos en nuestro planeta (lo que ha venido haciendo con diferentes picos de intensidad). Sin embargo, este impacto no es unidireccional (del **hombre** ser humano sobre el ambiente), sino que genera bucles de retroalimentación entre estas dos categorías.

115

CONSIDERACIÓN FINAL

A lo largo de la lección de la cátedra hemos presentado, desde diferentes puntos, el impacto del **hombre** ser humano sobre el ambiente, explicando cómo las modificaciones a este pueden cambiar las presiones de selección e influir en las trayectorias evolutivas de la biodiversidad. Lo anterior es compatible con la discusión de Antropoceno, con la que se inicia este capítulo, que cuestiona los momentos en los que las sociedades humanas comenzaron a desempeñar un papel significativo en la configuración de los ecosistemas, modificando el sistema Tierra. Los cambios han sido tan drásticos que los defensores del Antropoceno sostienen que los humanos se han convertido en una fuerza global novedosa que ha empujado a la Tierra a un nuevo periodo geológico. No obstante, y siguiendo la postura de Erle C.

7. Cabe aclarar que los partidarios de la rCN no están en contra de la idea de la centralidad de la adaptación: simplemente mantienen que la construcción de nicho, al igual que la selección natural, interviene en la adaptación en muchos niveles de la organización biológica. Por lo tanto, no se está desconociendo el papel de la selección natural en la evolución.

Ellis (2016) la pregunta más importante no es cuándo los humanos se convirtieron por primera vez en una “gran fuerza de la naturaleza”, sino ¿Por qué los humanos y ninguna otra especie en la historia de la Tierra obtuvieron la capacidad de transformar un planeta entero? Según este autor, la clave para responder a esta pregunta radica en la capacidad de las sociedades humanas para construir su nicho ecológico, desde cambios ecológicos locales provocados por los cazadores-recolectores hasta el mundo industrial y tecnológico de hoy.

Frente a esta realidad, es hora de establecer estrategias que tengan como principio de realidad que los humanos, y en general los organismos (holobiontes), son modificadores de nicho, que cambian de manera continua sus entornos independientemente de las presiones de adaptación. Aunque la escala y velocidad de tales modificaciones tienen efectos nocivos sobre otros organismos y nosotros, las iniciativas que se propongan deben abordarse de manera multinivel y reconocimiento, como bien lo expresan Ingold y Pálsson (2013), que las personas viven en paisajes compartidos colectivamente, donde cualquier alteración puede afectar la red de vida.

REFERENCIAS

- Bacon, F.(1975). *Instauratio magna novum organum nueva Atlántida* (F. Larroyo, estudio introductorio y análisis de las obras). Porrúa. [Publicado originalmente en 1620]
- Boyd, R. y Richerson, P. J. (1985). *Culture and the evolutionary process*. University of Chicago Press.
- Caporael, L. R., Griesemer, J. R. y Wimsatt, W. C. (2014). *Developing scaffolds in evolution, culture, and cognition*. MIT Press.
- Cetina, K. K. y Bruegger, U. (2002). Inhabiting technology: The global lifeform of financial markets. *Current Sociology*, 50(3), 389-405.
- Crutzen, P. J. (2002). The “anthropocene”. *Journal de Physique IV* (Proceedings), 12(10), 1-5.
- Crutzen, P. J. y Stoermer, E. F. (2000). The “Anthropocene”. *Global Change Newsletter*, 41, 17-18.
- Descola, P. (2001). Construyendo naturalezas. Ecología simbólica y práctica social. En P. Descola y G. Pálsson (coords.), *Naturaleza y sociedad: Perspectivas antropológicas* (pp. 101-123). Siglo XXI.
- Descola, P. (2002). Societies of nature and the nature of society. En *Conceptualizing society* (pp. 117-136). Routledge.

- Descola, P. y Pálsson, G. (Eds.). (1996). *Nature and society: Anthropological perspectives*. Taylor & Francis.
- Descola, P. y Pons, H. (2012). *Más allá de naturaleza y cultura*. Amorrortu.
- Dewey, J. (1995). *Democracia y educación: Una introducción a la filosofía de la educación*. Ediciones Morata. [Obra publicada originalmente en 1916]
- Dupré, J. y O'Malley, M. A. (2007). Metagenomics and biological ontology. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 38(4), 834-846.
- Ellis, E. C. (2016). Why is human niche construction transforming planet Earth? *RCC Perspectives*, 5, 63-70.
- Ferícglá, J. M. (2000). Tendencias actuales de la antropología. *Revista de Antropología y Sociología Virajes (RASV)*, 2(9), 99-105.
- Fuentes, A. (2016). The extended evolutionary synthesis, ethnography, and the human niche: Toward an integrated anthropology. *Current Anthropology*, 57(S13), S13-S26.
- García Amilburu, M. (2016). Dewey y Cassirer: Sobre la naturaleza, la cultura y la educación. *Bordón: Revista de Pedagogía*, 68(3), 9-22.
- Gilbert, S. F. (2014). A holobiont birth narrative: The epigenetic transmission of the human microbiome. *Frontiers in Genetics*, 5.
- Gilbert, S. F., Sapp, J. y Tauber, A. I. (2012). A symbiotic view of life: We have never been individuals. *The Quarterly Review of Biology*, 87(4), 325-341.
- Haraway, D. (1994). A manifesto for cyborgs: Science, technology, and socialist feminism in the 1980s. *The postmodern turn: New perspectives on social theory*, 82-115.
- Heras-Escribano, M. y Pinedo-García, D. (2018). Affordances and landscapes: Overcoming the nature-culture dichotomy through niche construction theory. *Frontiers in Psychology*, 8, 2294.
- Ingold, T. (2000). *The perception of the environment: Essays on livelihood, dwelling and skill*. Psychology Press.
- Ingold, T. (2002). Between evolution and history: Biology, culture and the myth of human origins. *Proceedings of the British Academy*, 112, 43-66.

- Ingold, T. (2004). Beyond biology and culture: The meaning of evolution in a relational world. *Social Anthropology*, 12(2), 209-221.
- Ingold, T. y Pálsson, G. (2001). *Naturaleza y sociedad: Perspectivas antropológicas*. Siglo XXI.
- Ingold, T. y Pálsson, G. (Eds.). (2013). *Biosocial becomings: Integrating social and biological anthropology*. Cambridge University Press.
- Jablonka, E. y Lamb, M. (2005). Evolution in four dimensions: Genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life. *AmSoc Clin Investig*, 115(11).
- Kaplan J. O., Krumhardt, K. M., Ellis, E. C., W. F. Ruddiman, C. Lemmen, K. Klein Goldewijk. (2011). Holocene carbon emissions as a result of anthropogenic land-cover change. *The Holocene*, 21(5): 775-791.
- Keller, E. F. y Scharff-Goldhaber, G. (1987). *Reflections on gender and science* [reseña]. *American Journal of Physics*, 55, 284-286.
- Laland, K. N. (2018). *Darwin's unfinished symphony: How culture made the human mind*. Princeton University Press.
- Laland, K. N. y O'Brien, M. J. (2011). Cultural niche construction: An introduction. *Biological Theory*, 6(3), 191-202.
- Latour, B. (2004). *Politics of nature*. Harvard University Press.
- Latour, B. (2007). *Nunca fuimos modernos: Ensayo de antropología simétrica*, 1. Siglo XXI.
- Latour, B. (2017). *Facing Gaia: Eight lectures on the new climatic regime*. John Wiley & Sons.
- Lewens, T. (2015). *Cultural evolution: Conceptual challenges*. OUP.
- Livingston, H. D., Povinec, P.P., Ito, T. y Togawa, O. (2001). The behaviour of plutonium in the Pacific Ocean. En A. Kudo (ed.), *Radioactivity in the environment: vol. 1. Plutonium in the Environment* (pp. 267-292). Elsevier.
- López-Corona, O. y Magallanes-Guijón, G. (2019). ESD Ideas: It is not an Anthropocene; it is really the Technocene: Names matter in decision making under planetary crisis. *Earth System Dynamics Discussions*. <https://doi.org/10.5194/esd-2019-49>
- Marsh, G. P. (1864). *Man and nature or physical geography as modified by human action*. Nueva York.
- Masco, J (2010). Bad weather: On planetary crisis. *Social Studies of Science*, 40(1), 7-40.

- Mayr, E. (1982). *The growth of biological thought: Diversity, evolution, and inheritance*. Harvard University Press.
- Moore, J. W. (2017). The Capitalocene, Part I: on the nature and origins of our ecological crisis. *The Journal of Peasant Studies*, 44(3), 594-630.
- Müller, G. B. y Wagner, G. P. (2003). *Keywords and concepts in evolutionary developmental biology* (B. K. Hall y W. M. Olson, Eds.). Harvard University Press.
- Oyama, S., Griffiths, P. E. y Gray, R. D. (Eds.). (2003). *Cycles of contingency: Developmental systems and evolution*. MIT Press.
- Pigliucci, M. (2007). Do we need an extended evolutionary synthesis? *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 61(12), 2743-2749.
- Rietveld, E. y Kiverstein, J. (2014). A rich landscape of affordances. *Ecological Psychology*, 26(4), 325-352.
- Scott-Phillips, T. C., Laland, K. N., Shuker, D. M., Dickins, T. E. y West, S. A. (2014). The niche construction perspective: A critical appraisal. *Evolution*, 68(5), 1231-1243.
- Sperber, D. (2007). Seedless Grapes: Nature and Culture. En E. E. Margolis y S. Laurence. *Creations of the mind: Theories of artifacts and their representation*. Oxford University Press.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., O. Gaffney y C. Ludwig. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *Anthropocene Review*, 2(1), 81-98.
- Steffen, W., Crutzen, P. J. y McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8), 614-621.
- Steffen, W., Persson, Å., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P., Folke, C., Gordon, L., Molina, M., Ramanathan, V., Rockström, J. Scheffer, M., Schellnhuber, H. J. y Svedin, U. (2011). The Anthropocene: From global change to planetary stewardship. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 40(7), 739.
- Sterelny, K. (2014). Constructing the cooperative niche. En *Entangled life* (pp. 261-279). Springer.
- Swyngedouw, E. (2007). Impossible/undesirable sustainability and the post-political condition. En J. R. Krueger y D. Gibbs (Eds.), *The sustainable development paradox* (pp. 13-40). Guilford.

- Swyngedouw, E. (2011). ¡La naturaleza no existe! La sostenibilidad como síntoma de una planificación despolitizada/Nature does not exist! Sustainability as Symptom of a Depoliticized Planning. *Urban*, 01, 41-66.
- Trischler, H. (2013). Introduction. En H. Trischler (Ed.), *Anthropocene: Envisioning the future of the Age of Humans* (pp. 5-8). Rachel Carson Center Perspectives, 3.
- Trischler, H. (2017). El Antropoceno, ¿un concepto geológico o cultural, o ambos? *Desacatos*, 54, 40-57.
- Tsing, A. (2012). Unruly edges: Mushrooms as companion species For Donna Haraway. *Environmental Humanities*, 1(1), 141-154.
- Tsing, A. L. (2011). *Friction: An ethnography of global connection*. Princeton University Press.
- Tsing, A. L., Bubandt, N., Gan, E. y Swanson, H. A. (Eds.). (2017). *Arts of living on a damaged planet: Ghosts and monsters of the Anthropocene*. University of Minnesota Press.
- Uggla, Y. (2010). What is this thing called 'natural'? The nature-culture divide in climate change and biodiversity policy. *Journal of Political Ecology*, 17(1), 79-91.
- Valdespino, P., Ibarra, M., Valdespino, V. y Falcón, L. (2014). ¿Es una planta, un animal o un... holobionte? *Ciencia y desarrollo*, 40, 6-11.
- Warwick, K. (2016). Homo Technologicus: Threat or Opportunity? *Philosophies*, 1(3), 199-208.
- Waters, C. N., Syvitski, J. P., Gałuszka, A., Hancock, G. J., Zalasiewicz, J., Cearreta, A., Grinevald, J., Jeandel, C., McNeill, J. R., summerhayes, C. y Barnosky, A. (2015). Can nuclear weapons fallout mark the beginning of the Anthropocene Epoch? *Bulletin of the Atomic Scientists*, 71(3), 46-57.
- Waters, C. N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Poirier, C., Gałuszka, A., ... y Jeandel, C. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science*, 351(6269).
- Zalasiewicz, J. (2015). Disputed start dates for Anthropocene. *Nature*, 520(7548), 436-436.

Educación en biotecnología y perspectivas para la biodiversidad

Robinson Roa Acosta

INTRODUCCIÓN

En esta lección doctoral serán objeto de análisis particular, en clave de la educación y la biología como ciencia, las nociones de biotecnología y biodiversidad con la idea de reflexionar respecto a la naturaleza de los conocimientos que les subyacen. Se busca identificar y resaltar referentes epistemológicos para la didáctica como ciencia, que inviten a profundizar en dichas nociones como objetos de enseñanza y de investigación. En tal sentido, la didáctica en biotecnología y en biodiversidad tiene grandes retos dado lo que estas representan una condición *sine qua non* para el mantenimiento y aumento de la vida, el uso y la conservación de lo vivo, incluyendo a los seres humanos.

En lo atinente a lo vivo y la vida, en el devenir del conocimiento de los siglos xx y xxi, han circulado y se han acuñado constantemente las nociones de biodiversidad y biotecnología, armonizadas con

otras no menos relevantes, como por ejemplo: evolución, genética, ambiente, ecología, tecnología, política, economía, desarrollo sostenible, entre otras, que han cobrado relevancia para algunas empresas, para la investigación y la reflexión. El campo de la didáctica puede profundizar en la investigación de su enseñanza y aprendizaje.

La biodiversidad y la biotecnología adquirieron mayor sentido desde la segunda mitad del siglo xx, a estas les antecieron la teoría de la evolución de Charles Darwin, los principios de la genética de Gregorio Mendel y el descubrimiento de la molécula del ADN de James Watson y Francis Crick. Constructos, entre otros, que dieron paso, bajo las categorías de lo vivo y la vida, a la crisis (Stubrin, 2015) de los límites entre las disciplinas que caracterizó a la epistemología de la segunda mitad del siglo xx. Asimismo, dieron lugar a la consolidación de la biología como una disciplina científica (Mayr, 2006), diseminada ontológica y epistemológicamente en diversos campos de conocimiento, con connotaciones en múltiples industrias y mercados; ello conlleva a repensar las creencias en torno a lo vivo y la vida, y despierta preocupación internacional respecto a la protección de todas las formas de vida (Figueiredo, 2017).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) han convocado a reuniones mundiales para construir lineamientos y acuerdos respecto a las definiciones, acciones que regulen el uso y la manipulación de los seres vivos en la investigación y en la industria, identificar responsables e implicaciones, y sopesar los posibles efectos de las aplicaciones. Como *mecanismo de divulgación* de los conocimientos científicos se establecen lineamientos para la educación en biotecnología, mas no para la educación en biodiversidad, que suele ser tratada desde la educación ambiental. En la perspectiva de estos organismos internacionales, suele ocurrir que la didáctica y la pedagogía como ciencias (Roa y Valbuena, 2019) no sean los fundamentos para la educación, para abordar la naturaleza del conocimiento de la biotecnología y de la biodiversidad para su enseñanza, aprendizaje y evaluación escolar, entre otros asuntos.

A menudo los conocimientos científicos de la biología empiezan a ser divulgados por la radio y televisión de manera superflua y sin mayor profundidad. Roa *et al.* (2019) señalan que, por lo general, "... los conceptos científicos empiezan a ser utilizados cotidianamente

por los ciudadanos de a pie sin conocer y entender a fondo el o los significados que encierran” (p. 400).

La acelerada producción y aplicación de conocimientos respecto a la biotecnología y la biodiversidad han sobrepasado la posibilidad sincrónica de análisis históricos, filosóficos, epistemológicos, didácticos, pedagógicos, antropológicos, éticos, para avanzar minuciosamente en el trasfondo que tienen para la vida y para lo vivo.

Sin más preámbulos, convergen en esta lección preguntas tales como ¿Cuál es el lugar del estudio y la reflexión al abordar la educación en biotecnología y la biodiversidad como objetos de investigación? ¿Qué lugar tiene la biología a propósito de la biotecnología y la biodiversidad? ¿Qué caracteriza a la biotecnología moderna? ¿Qué aproximaciones de conocimiento se evidencian entre la biodiversidad y la biotecnología? ¿Por qué son relevantes la educación en biotecnología y la educación en biodiversidad?

En lo que sigue no se buscará responder una a una las preguntas anteriores, sino dar los elementos de análisis a los lectores, que los conduzcan a la reflexión y posible problematización adicional a medida que se desarrollen los temas, a saber: didáctica como el lugar de enunciación la educación de la biotecnología y la biodiversidad; elementos que aproximen a la comprensión de las características del conocimiento de la biología actual y su conexión con la biotecnología y la biodiversidad; biotecnología como cambio de paradigma de lo vivo y de la vida; cuestionamiento de la transición de la biotecnología tradicional a la moderna en cuanto a la biodiversidad; emergencia de los conceptos biodiversidad y biotecnología; sentido de la didáctica, la biotecnología y la biodiversidad.

CAMPO DE LA DIDÁCTICA COMO LUGAR DE ENUNCIACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA Y LA BIODIVERSIDAD

Atendiendo al nombre de esta XIII cátedra doctoral: Educación en Biodiversidad: Perspectivas y Retos (Doctorado Interinstitucional en Educación, sede UPN), es importante identificar el lugar de la educación, toda vez que la lección que se enuncia también pone de relieve esta para el caso de la biotecnología explicitando elementos para la biodiversidad. No obstante, es de subrayar la intención de analizarlas

más específicamente desde y para las ciencias didácticas y pedagógicas (Roa y Valbuena, 2019).

Tradicionalmente, disciplinas científicas como la química, la biología y la física —que tienen siglos de recorrido en la construcción de conocimiento, en la medida en que emergieron y avanzaron en sus investigaciones— fueron puestas como contenidos de conocimiento en escuelas, colegios y universidades, ejerciendo un papel fundamental en la manera en que las personas piensan el conocimiento, su naturaleza y dinámica, piensan en sí mismas y al mundo. Los conocimientos de estas disciplinas, que tienen objetos de estudio distinguibles dada su naturaleza y niveles de complejidad, usualmente fueron llevados *per se* a la educación según sus epistemologías, careciendo de la mediación o intervención didáctica. Mellado (1996) manifiesta que las concepciones sobre la ciencia y sobre la forma de aprenderla y enseñarla, consecuencia de años de escolaridad, están profundamente arraigadas en el paradigma de las ciencias clásicas.

Como consecuencia, constantemente en la educación en ciencias se reiteran problemas en el aprendizaje y la enseñanza: desmotivación, desinterés, falta de contextualización del conocimiento y de actitudes positivas, la desconexión de los conocimientos científicos de los conocimientos de los estudiantes (Roa, 2006).¹ Las dificultades y la pertinencia para los ciudadanos de estos conocimientos científicos desarrollados escolarmente de manera multidisciplinar, sin abordar su naturaleza interdisciplinar o transdisciplinar (lo cual es evidente por ejemplo para la biotecnología y la biodiversidad), fueron dando lugar a investigaciones y reflexiones filosóficas y construcciones epistemológicas, que aportaban a examinar los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, y las características de los conocimientos de los estudiantes, profesores, disciplinas *por enseñar*, y contenidos curriculares, desde las ciencias didácticas y las pedagógicas (Roa, 2016; Roa y Valbuena, 2019).

Sin la pretensión de ahondar aquí en los referentes epistemológicos, ontológicos e históricos que subyacen a estas ciencias, cabe resaltar que tanto la pedagogía (Kant, 2008; Mora, 2010; Pacios, 1980;

1. No sobra anotar que los problemas de aprendizaje también pueden devenir de las particularidades cognitivas de los estudiantes, en tanto que los problemas de enseñanza, de las particularidades del conocimiento profesional del profesor resultado de su carente formación en didáctica y pedagogía.

Zambrano, 2005-2006; Zuluaga, 2007) como la didáctica (Astolfi, 2001; Camilloni, 2008; Pacios, 1980; Rodríguez, 1991) pueden entenderse como ciencias. Según Roa y Valbuena (2019), estas ciencias didácticas y pedagógicas, asidas bajo un mismo territorio académico, tienen sus propios discursos, gramáticas y lógicas de investigación con objetos de investigación naturalizados desde la práctica profesional del profesor de ciencias, que mantiene conexión con los conocimientos de las disciplinas, su historia, epistemología, la política, la economía, la cultura y la sociedad. Configurando objetos teóricos de investigación y de enseñanza aprendizaje propios de su quehacer.

La educación es un campo extenso de conocimiento habitual al que llegan variedad de especialistas, técnicos, para atender múltiples asuntos desde sus gramáticas, discursos y objetos de estudio, en tanto que la didáctica y la pedagogía abordan la especificidad del conocimiento a enseñar, a aprender, a evaluar, a investigar en y para la profesión de profesor. Al respecto, tiene sentido la declaración de Martínez "... la pedagogía y la didáctica tienen más cercanía con los maestros, con los formadores de maestros y con los estudiosos de la educación, mientras que la educación misma, como lo dice el '*slogan*' actual, 'es asunto de todos'" (2013, p. 63).

Luego, el lugar de enunciación de la educación en biotecnología —como usualmente se denomina, para aludir a la educación en biodiversidad— se fundamenta en y para el territorio académico de la didáctica y la pedagogía.

APROXIMACIÓN A LA NATURALEZA POLIFÓNICA DEL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA

La biología como campo de investigación, con todas las oscilaciones que ha experimentado a lo largo del tiempo para configurar su conocimiento y con lo que significa en la actualidad por las revoluciones científicas (Kuhn, 2001) atinentes a esta, ha desencadenado cambios en la manera de percibir y conocer lo vivo y la vida. En su devenir como ciencia, las tensiones y presiones (Bourdieu, 2003) en y entre los campos de investigación cercanos, y sobre todo los que emergen en forma de híbridos —biopolítica, bioética, bioquímica, entre otros—, son los motores que han impulsado, e incluso desbordado, sus aplicaciones e implicaciones para las economías, sociedades y culturas, y dejado retos para la educación, la didáctica y la pedagogía.

Mayr (2006) expresa que la biología surge en el siglo iv a. C. con Aristóteles, quien "... había hecho notables contribuciones a la biología, en especial acerca de su metodología y sus principios" (p. 33), durante buen tiempo estuvo atada a la "... filosofía basada en una fuerza tan oscura como la *vis vitalis*" (p. 16). Reissig (1983) subraya que la biología ha transitado por la descripción macroscópica al clasificar plantas y animales, pasado a la observación microscópica minuciosa al indagar la estructura fina de los tejidos, evidenciando que se componen de células, y ha llegado a ser una biología moderna que claramente supera el tratamiento de estudio simple a la naturaleza.

Según Mayr (2006), el surgimiento de la biología moderna tuvo un cambio esencial en lo conceptual en un periodo de doscientos años, entre 1730 y 1930 aproximadamente. Fue en el siglo xix cuando tuvo su mayor florecimiento, como resultado de la elaboración de nuevos constructos: "K. E. von Baer (1828), embriología; Schwann y Schleiden (1838-1839), citología; J. Müller y Bernard (décadas de 1840 y 1850), fisiología; Darwin y Wallace (1858-1859), evolución; y Mendel (1866; 1900), genética" (p. 18). Para Coleman (2002), se estaba especializando, estructurando y diversificando en una estrecha relación con la medicina; en lo que continuaba del siglo xx se precisaba como una profesión, botanista y zoólogo eran denominaciones especializadas, así también en el sentido no médico "... fisiólogo, histólogo, embriólogo, paleontólogo, biólogo evolutivo, bacteriólogo y bioquímico" (p. 15). Estas y las especialidades en anatomía, microbiología, endocrinología, neurología, entre otras, estuvieron relacionadas bajo las categorías de estructura, forma y función, que buscaban explicar procesos vitales de los seres vivos: respiración, nutrición, excreción y similares (Coleman, 2002).

En el siglo xx, los avances de la biología se dieron al tenor de los de la física por los logros y alcances de la teoría sintética (que integra la genética mendeliana y el darwinismo), y el surgimiento de la biología molecular, como consecuencia del descubrimiento de la estructura molecular del ADN, lo que propició avances teóricos, empíricos y prácticos (Diéguez, 2012).

Si se sopesan en la biología sus implicaciones y aplicaciones anteriores a la segunda mitad del siglo xx (Mayr, 2006; Reissig, 1983) y los obtenidos hasta la actualidad, como se verá más adelante con las denominaciones de biotecnología y biodiversidad, se observa

que la naturaleza del conocimiento transita de lo internalista a lo externalista al campo de investigación por cuanto se dinamiza en asuntos económicos y políticos, genéticos y de especies —incluida la nuestra—, y las conexión de algunas culturas con esta última (Figueiredo, 2017), lo que se ve acompañado de la comprensión no solo de lo vivo, sino también de la vida en las perspectivas de los ecosistemas, el ambiente, la medicina, la agricultura, la educación, la pedagogía y la didáctica.

La especificidad y complejidad de la biología han derivado en que esta se consolide como una ciencia autónoma,² que ha superado en parte el fundamento epistemológico clásico de la ciencia “... que estaba íntegramente basada en la lógica, la matemática y las ciencias físicas [...] que habían adoptado la conclusión de Descartes de que un organismo no era otra cosa que una máquina” (Mayr, 2006, p. 16). Para Diéguez (2012), “La biología, en efecto, se presenta en la actualidad como una ciencia madura, sin complejos epistemológicos frente a la física o a la química...” (p. 17) y subraya que su disposición teórica y métodos aparecen muy distintos a los de estas ciencias.

A propósito de la pregunta “¿Cómo pueden la física y la química dar cuenta de los fenómenos espacio-temporales que tienen lugar dentro de los límites espaciales de un organismo vivo?”, Schrödinger (1944), aproximadamente seis décadas atrás a lo expresado por Mayr (2006), sostenía que, luego de hacer un repaso por la teoría cuántica, la termodinámica y el papel que tiene la estadística en clave de estas, y al compararlas con los avances que hasta ese momento había alcanzado la biología en los mecanismos de la herencia —cromosomas, división celular por mitosis y meiosis— y las mutaciones (con aportes significativos de los genetistas):

[...] se conoce lo suficiente acerca de la estructura material y del funcionamiento de los organismos para afirmar que, y ver exactamente por qué, la Física y la Química actuales no pueden explicar lo que sucede en el espacio y en el tiempo dentro de un organismo vivo.
(p. 1)

2. Como lo pone de relieve Ernst Mayr en su libro *Por qué es única la Biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*, publicado en el 2006, la biología se desarrolló como una rama separada de la ciencia en el último lapso de tiempo de cuarenta años, no fue sino hasta la segunda mitad del siglo xx que obtuvo autoridad entre las ciencias.

No obstante, no deja de subrayar que “La evidente incapacidad de la Física y la Química actuales para tratar tales fenómenos no significa en absoluto que ello sea imposible” (p. 1).

Por su parte, Reissig (1983) razonaba en cuanto a la química

... si bien la explicación de los procesos biológicos puede y debe hacerse en términos químicos, estos procesos químicos están integrados de tal manera en los organismos vivos que adquieren propiedades nuevas, impredecibles en términos de las leyes químicas, y que configuran leyes puramente biológicas. Así, el comportamiento del ADN se rige por las leyes químicas, pero cuando actúa en el nivel biológico no es posible entender su “texto” sin tener en cuenta las leyes biológicas de la evolución. (p. 32)

La biología es única y sus sistemas biológicos son abiertos (Mayr, 2006), por lo que los principios de la entropía no son aplicables, “A causa de su complejidad, los sistemas biológicos se encuentran ricamente dotados con capacidades tales como la reproducción, el metabolismo, la replicación, la regulación, la adaptación, el crecimiento, y la organización jerárquica” (p. 46), lo que en términos generales representa una riqueza en biodiversidad genética, de especies y de ecosistemas.

La biología ha evolucionado en un juego lógico particular deslocado de preceptos absolutistas, deterministas, reduccionistas e internalistas de las disciplinas. Se ha ubicado, entre las ciencias, en un locus que Saint-Jackes (2000)³ reconoce a la vez marginal y central:

Marginal en cuanto que el mundo viviente sólo constituye una parte ínfima y muy “especial” del universo conocido, de suerte que el estudio de los seres vivos no parece poder lograr jamás la revelación de unas leyes generales, aplicable fuera de la biosfera. Pero si la ambición última de la ciencia entera es fundamentalmente, como creo, dilucidar la relación del hombre con el universo, entonces es justo reconocer a la biología un lugar central puesto que es, entre otras disciplinas, la que intenta ir más directamente al centro de los problemas que se deben haber resuelto antes de poder tan sólo plantear el de la naturaleza humana, en unos términos que no sean metafísicos. (p. 9)

3. Prefacio al libro de Monod (2000). *El azar y la necesidad: Ensayos sobre la filosofía natural de la biología moderna*.

Las leyes universales no son el devenir de la biología. En cambio, su apertura a comprender la lógica de lo vivo y de la vida en una ecuación de igualdad entre todos los seres vivos en cuanto a los ecosistemas, ambientes, culturas y la biodiversidad avizora un sentido central de la biología.

Continuando, en los estadios más embrionarios de la biología, la física y la química buscaron sustento a explicaciones del fenómeno de lo vivo encontrándose cada vez más distanciadas directamente del objeto de estudio que ya se entreveía **naturalizado como específico de la biología**. Para Stubrin (2015), el entrecruzamiento entre distintas disciplinas, como la física, la química, la medicina y la matemática, a lo largo del siglo xx, indujo en las ciencias de la vida el progreso más grande producido en su historia.

Además de la ruptura epistemológica de la biología respecto de la física y de la química, esta influye con su epistemología en otros campos de investigación. Para Aguilar (2009), en la posmodernidad, la biología se ha hibridado y diversificado en varios campos: biosemiótica, biotecnología, bioestadística, bioinformática, bioingeniería, biofísica, bioquímica, biomecánica, biomedicina, biometría, biopolítica, bioeconomía, bioética, bioarte, biopsicología, sociobiología, ecobiología, bioenergética, bioantropología y biofilosofía.

En consonancia, y ampliando los campos de conocimiento, Sánchez (2017) señala:

[...] se encuentran diferentes discursos e instancias de delimitación sobre el objeto de lo vivo y la vida, entre ellos, la biología, pero también, la ecología, la medicina, la antropología, la sociología, la filosofía, la bioética, la biotecnología, la educación física, la educación sexual, la educación ambiental, de modo que es posible ver cómo estas unidades del discurso se abren a la multiplicidad de relaciones, que hacen posible lo vivo y la vida como objetos dispersos y con unas condiciones de constitución histórica [...] (p. 187)

La biología se ha expandido a otros campos de conocimiento que no necesariamente han incluido el prefijo *bio-* en su nominación como campo, así como tampoco tienen como objeto de estudio de base la vida y lo vivo. Al parecer, entre otras cosas, la publicación final del borrador del proyecto de secuenciación del genoma humano el 12 de febrero del 2001 en *Nature* “[...] produjo una panspermia de la idea

de vida extensible a cualquier campo de conocimiento, lo que hace que la comprensión del fenómeno de lo vivo haya sido replanteada desde muy diversos ámbitos” (Aguilar, 2009, p. 360).

Los conceptos y teorías de la biología se han diseminado a otros campos de investigación, al igual que lo vivo se diseminó por el planeta Tierra una vez que las moléculas se organizaron “inteligentemente” para dar cuenta de tal fenómeno que desde finales del siglo XIX empezó a darle un giro al pensamiento sobre lo vivo y lo inerte, como también, muy lentamente, a la epistemología del conocimiento biológico (Roa, 2016). No solo se transforma internamente, sino que en el exterior despliega o retroalimenta a la sociedad, la cultura, la economía, la política, a otras disciplinas con objetos de investigación distintos. Su conocimiento migra interna y externamente en varias direcciones, de manera abierta hacia diferentes campos, por lo que las re-evoluciones tienen como simiente la mutación conceptual (Roa *et al.*, 2019), y al hacerlo complejiza la red de relaciones entre ciencia, mercado y sociedad en general (Stubrin, 2015), y entre los campos de investigación, lo que conduce hacia la interdisciplinariedad.

130

Razón tiene Bourdieu (2003) al afirmar que

La autonomía que la ciencia había conquistado poco a poco frente a los poderes religiosos, políticos o incluso económicos, y, parcialmente por lo menos, a las burocracias estatales que garantizaban las condiciones mínimas de su independencia, se ha debilitado considerablemente. [...] Todo lleva a pensar que las presiones de la economía son cada vez más abrumadoras, en especial en aquellos ámbitos donde los resultados de las investigaciones son altamente rentables, como la medicina, la biotecnología (sobre todo en materia agrícola) y, de modo más general, la genética, por no hablar de la investigación militar. (p. 8)

Así pues, la interdisciplinariedad hace que las disciplinas y su autonomía se vislumbren desvanecidas por cuanto el conocimiento biológico y su valor económico han generado diferentes dinámicas en las sociedades del mundo. Esto ha derivado en un capitalismo exacerbado relacionado con la producción y utilización del conocimiento para dar solución a diferentes problemas: desde los médicos, pasando por los ambientales y la producción de alimento, hasta los económicos. Como lo expresa Monod (2000):

... la biología es para el hombre la más significativa de todas las ciencias; la que ha contribuido, sin duda más que ninguna otra, a la formación del pensamiento moderno, profundamente trastornado y definitivamente marcado en todos los terrenos: filosófico, religioso y político... (p. 9)

En esta órbita de elementos relevados, las rupturas de los límites del esencialismo de la biología, su configuración bajo una lógica epistemológica distinta a la de la física y la química, las implicaciones de su conocimiento, la influencia de la política y la burocracia condujeron a aplicaciones comerciales e industriales que movilizan las economías y políticas de los Estados (Roa, 2016). Su divergencia en otras disciplinas, el usufructo derivado de la investigación, la proliferación de su conocimiento, se pueden interpretar a la luz de lo que señala Fourez (2006):

La evolución de las disciplinas científicas no se corresponde con una lógica predeterminada y previsible. Más bien pone de manifiesto una historia en la que puede darse lo nuevo, bifurcaciones imprevisibles, todo ello condicionado por un conjunto de circunstancias sociales, económicas, culturales, etc., pero no totalmente determinadas por ellas. (p. 79)

La biología, como todas las disciplinas científicas, está en una constante de coexistencia con el exterior, del equilibrio con el interior depende su dinámica. Fourez afirma que “Para que exista el nacimiento de una disciplina las condiciones intelectuales no bastan” (2006, p. 87), y agrega: “Es preciso, por ejemplo, que las investigaciones ‘candidatas’ a convertirse en el centro de una disciplina estén en el cruce de diferentes grupos sociales de forma que, ante ellos, tenga que adquirir cierta autonomía” (p. 87).

En todo ello la educación en biología, como instrumento de divulgación de sus avances en investigación, ha tomado un lugar en organismos internacionales (Organización de las Naciones Unidas [ONU] y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]) para pensar en el futuro del conocimiento, del ciudadano, en las nociones de mundo, de vida en cada país a propósito del posible usufructo (Roa, 2016). Es usual que desde allí se desconozcan las concepciones sobre el conocimiento, su ense-

ñanza y aprendizaje, y la importancia de la epistemología, la historia, la antropología, la didáctica y la pedagogía.

BIOTECNOLOGÍA, CAMBIO DE PARADIGMA SOBRE LO VIVO Y LA VIDA

Teniendo en mente los intrínquilos anteriores sobre la biología, los avances de las investigaciones que han marchado al unísono desde varias disciplinas, muchas de las cuales han convergido en el campo de la biotecnología,⁴ las múltiples implicaciones y aplicaciones a la vida y lo vivo, al igual que las transformaciones en la concepción, no solo de estas dos últimas, sino también sobre la organización y estructura de la ciencia, es de reconocer (Abrams, 1993; Streelman y Karl, 1997; Strohmman, 1997; Stubrin, 2015) que las investigaciones sobre los ácidos nucleicos, además de las de por Mendel y Darwin, con sus planteamientos teóricos sobre la herencia genética y la evolución biológica, respectivamente, han dado lugar a una revolución científica (Kuhn, 2001) de la biología. Por su parte, Aycardi (1986) y Sasson (1989) expresan que la biotecnología ha impactado desde mediados del siglo xx, y que se espera para el siguiente siglo un crecimiento y una ampliación mucho mayor, no solo en la naturaleza de su investigación, sino también en sus aplicaciones a la producción agrícola, la medicina, la industria alimentaria, la farmacéutica y al sostenimiento de los ecosistemas (Fukuyama, 2003; Rifkin, 1998), y al uso y conservación de la biodiversidad (Casal *et al.*, 2004; Esquinas, 2009; Figueiredo, 2017; Roca, 2004; Toribio y Celestino, 2000). Mendiola (2009) afirma que “[e]l siglo xxi comienza con innovaciones revolucionarias en el ámbito de los trasplantes genéticos a través de la ingeniería genética y de trasplantes de órganos que cambian drásticamente la estructura de la vida, así como su duración” (p. 22).

Una aproximación a la naturaleza compleja del conocimiento biotecnológico se expresa en el sinnúmero de posibilidades que superan las de los circuitos integrados en electrónica (Prentis, 1993). “La mera idea de reordenar la materia viva mediante un número infinito de combinaciones nuevas es tan extraordinario que la mente

4. “... la biotecnología es una ‘actividad’ que se nutre de muchas disciplinas. Por una parte, resulta difícil encasillarla como ‘disciplina’ en sí misma dado que sus fronteras no son fáciles de delimitar; por otra parte, el lenguaje que establece varía de acuerdo al método que utiliza que no es uno solo sino varios y muy diferentes; y finalmente porque no posee una teoría que la sostenga” (Stubrin, 2015, p. 156).

humana apenas si puede captar la dimensión de la transición que se avecina” (Rifkin, 2009, pp. 63-64), por lo que podemos coincidir con Hernández (2005) en que “... el poder sobre la vida sea considerado el principal poder que el ser humano se dispone a ejercer a lo largo del recién iniciado siglo XXI” (p. 16). Lo que se expresa a través de la biopolítica y el biopoder en el manejo, uso, concepciones y toma de decisiones en relación con la vida y lo vivo.

Así pues, se puede afirmar que la biotecnología moderna es un ejemplo de las interconexiones e intercomunicaciones devenidas en un momento de desarrollo alto no solo de su conocimiento sino también de otros como el de la informática, la nanotecnología y la cibernética. Con válida razón, Mendiola (2009) recalca que “Cuanto más se relacionan las cosas, más circulan; cuanto más se relacionan y circulan, más interconectadas aparecen; cuanto más circulan e interconectadas están, mayor complejidad despliegan” (p. 28).

No sería muy acertado pensar en la biotecnología si no es al unísono de la biodiversidad, de las dimensiones de la vida, al igual que del paradigma de lo vivo actual, y de las reflexiones epistemológicas que aproximan a examinar la construcción, estructura, organización o naturaleza del conocimiento.⁵

Se puede enunciar que los conocimientos desarrollados en torno a la biodiversidad se compaginan, dinamizan con los de la biotecnología, sobre todo al referente del uso, aplicaciones, implicaciones y conservación, los efectos económicos, de investigación, etc. En tal sentido, Pérez (2016) afirma

La dimensión global que adquiere la diversidad biológica y su relación con temas de orden ambiental, económico y político proporciona representaciones asociadas tanto con el *valor directo de la biodiversidad y su uso potencial en las industrias farmacéuticas y la agricultura, entre otros*, como con el reconocimiento de su condición necesaria para el

5. Vaticinando los andamiajes que irían transformando la manera de entender la naturaleza y construcción del conocimiento, epistemólogos, filósofos, historiadores y sociólogos de la ciencia han alertado sobre lo fundamental que resulta la dialéctica para superar obstáculos epistemológicos (Bachelard, 2010); el papel del pensamiento complejo para comprender el todo y sus partes (Morin, 1984; 2007); la condición *sine qua non* de integración del hacer de la investigación con el contexto y las circunstancias (Latour y Woolgar, 1995); la continuidad-discontinuidad en la construcción de conocimiento (Foucault, 2010; Kuhn, 2001); la función de la razón y el conocimiento (Feyerabend, 2008), y el funcionamiento de los campos/las disciplinas/el territorio (Becher, 2001; Bourdieu, 2003).

funcionamiento de los ecosistemas naturales y los servicios para la salud del planeta. En tal sentido, *estas formas de concebir la biodiversidad permiten configurar un horizonte de investigación, cuyo objeto de estudio desborda las fronteras de la ciencia biológica* (Jeffries, 1997), para dar paso a la elaboración de redes interdisciplinares que movilizan una lógica de conocimiento, uso y conservación de la biodiversidad... (p. 38; cursivas añadidas)

Luego la biodiversidad y la biotecnología han promovido rupturas y un cambio epistemológico que han revertido los cánones de la ciencia biológica tanto en su interior como en su exterior. La mirada de las ciencias más tradicionales no ha dado cuenta completa y compleja de la dimensión que adquiere actualmente el fenómeno de lo vivo y de la vida, aunque tampoco se puede asegurar que las disciplinas científicas más recientes lo puedan hacer, aunque se propenda por la interdisciplinariedad (Espinell y Valbuena, 2018) o transdisciplinariedad, o incluso metadisciplinariedad desde la didáctica de las ciencias en la perspectiva de la naturaleza del conocimiento del profesor para la enseñanza de la biología.

134

El escalamiento de la biología también estuvo marcado por el posicionamiento de su conocimiento *per se* en las universidades a través de su capital simbólico y alcance en estructura física y materiales de laboratorio utilizados por sus miembros (Coleman, 2002).

Así, en todo este andamiaje está pendiente para la pedagogía y la didáctica la pregunta por los contenidos de enseñanza y aprendizaje, por la evaluación y las perspectivas para asumir la complejidad del conocimiento de la biología en clave de la biotecnología y la biodiversidad en pleno inicio del siglo XXI. En esto pueden aportar elocuentemente las disertaciones desde la filosofía, la epistemología, la antropología, la psicología y sociología de la ciencia.

¿CONTINUIDAD ENTRE LA BIOTECNOLOGÍA TRADICIONAL Y LA MODERNA?

Nuestra especie *Homo sapiens* ha usado parte de la biodiversidad de plantas y animales como alimento a través de herramientas que van desde las más rudimentarias hasta las más sofisticadas para la casa, la recolección y cultivo, y para la selección de alimentos, lo que ha derivado en la transformación continua de la biodiversidad y de su entorno. La explotación, el obtener el máximo de provecho, de usu-

fructo, y el avanzado conocimiento sobre lo vivo y la vida, partiendo de la lectura del mundo físico y biomolecular hasta la modificación de la expresión del fenotipo, ha provocado que muchas poblaciones humanas estén cambiando sus concepciones sobre lo vivo.

La manera de usar a los seres vivos tiene sentido particular para vivir, sobrevivir o supervivir con lo necesario como especie, por lo menos en principio. No obstante, las técnicas y procedimientos producto de nuestro entendimiento, investigación y experiencia en la manipulación se han hecho cada vez más sofisticados, y giran en torno a intereses exacerbados por la explotación (industrialización) y mercantilización de la vida y de lo vivo no solo en cuanto a la producción de alimentos, sino también en asuntos relacionados con la salud, el ambiente, las patentes, las normas que regulan la manipulación, el transporte y el uso de los seres vivos y su biodiversidad.

En el marco del uso de la biodiversidad por nuestra especie se ubican las tensiones entre la biotecnología tradicional y moderna. Al respecto, Rifkin (2009) plantea que quienes estudian la historia "... podrían argüir que los seres humanos se han interesado en mejorar la calidad y el ritmo de producción de los recursos biológicos desde que nos embarcamos en una forma agrícola de vida a principios de la era neolítica" (p. 39). La biotecnología se remonta muy atrás en la historia (e incluso a la prehistoria); ha existido desde que el hombre inició la domesticación de plantas y animales (Hernández, 2005; Lemkow, 2000; Rifkin, 2009) para asegurar su supervivencia, buscando en los organismos vivos una fuente de producción de bebidas y alimentos como la cerveza, la fermentación del yogur y la elaboración de vino (Roca, 2004).

Prentis (1993) reconoce que la biotecnología tiene un grado amplio de generalidad, "... comprende numerosas actividades que tienen en común el que en todas se aprovechan o dirigen las facultades primordiales de los seres vivos" (p. 13). Esto incluye la manipulación de la materia biológica para la obtención de algunos derivados alimenticios; la selección de plantas y animales según las características más deseables para el mejoramiento del organismo de una generación a la otra, lo que implica un direccionamiento de las especies.

Según Esquinas (2009), en el proceso evolutivo de coadaptación de aproximadamente diez mil años entre el *Homo sapiens* y sus plantas cultivadas, y entre estas y su ambiente —en el que influyen

el clima, el suelo y el tipo de cultura/civilización— se han utilizado más de 8000 especies vegetales comestibles, “Todo ello ha contribuido decisivamente a que la diversidad genética se mantuviese e, incluso, incrementase durante este largo período” (p. 104).

Por su parte, Rifkin (2009) señala que “[...] aunque los motivos que impulsan la ingeniería genética sean milenarios, la técnica en sí es cualitativamente nueva” (p. 39), y que es fundamental comprender hasta qué punto “[...] hemos de percibir la diferencia entre la manera tradicional de mejorar los organismos biológicos y la ingeniería genética” (p. 39). Para este autor:

La ingeniería genética supera las restricciones que imponen las especies por completo. Con la nueva tecnología la manipulación no se produce en el nivel de la especie, sino en el genético. La unidad con que se trabaja ya no es el organismo, sino el gen. Las consecuencias son enormes y de gran alcance. (p. 39)⁶

Ugarte (2005), por su parte, considera que

Las ventajas económicas que se obtienen del dominio de formas de vida vegetal y animal, gracias a la ingeniería, serían un fenómeno secundario respecto al político, puesto que tiene más relación con las tecnologías de biopoder que con los instrumentos de la biopolítica. (Ugarte, 2005, p. 8)

Si se acepta esto, entonces las prácticas biotecnológicas se venían desarrollando mucho antes de la emergencia de campos especializados en escudriñar lo vivo respecto a su estructura y forma, a su genética, a su estructura molecular, etc. (como la biología molecular, la genética, la enzimología o la ingeniería genética). Esto se puede con-

6. En este orden de ideas, el autor considera que esto tiene razón de ser por cuanto existe la posibilidad de recombinar caracteres genéticos que superan las fronteras naturales de apareamiento. Da tres ejemplos puntuales: cuando se insertaron en 1983 unos genes humanos, de la hormona de crecimiento, en embriones de ratón, estos crecieron de prisa y el doble de lo normal y pasaron los genes de la hormona de crecimiento a su descendencia, generación tras generación. El otro ejemplo se remonta al año 1984, cuando se fundieron células de cabra y oveja, e implantaron el embrión en una madre sustituta, lo que dio como resultado una quimera. El último ejemplo ocurrió en 1986, cuando los científicos tomaron el gen cuyo producto emite la luz de las luciérnagas y lo insertaron en el código genético de una planta de tabaco y lograron que sus hojas resplandecieran (Rifkin, 2009).

trastar con el análisis de Hernández (2005) sobre la antigua incidencia de la humanidad y la que se ejerce con la biotecnología moderna:

Contamos, pues, con una fuerza, con un poder muy superior, más perfecto en la época contemporánea que en la prehistoria, porque la vida queda ahora más alterada, más modificada, más vencidas sus resistencias cuando se ejerce la biotecnología, que es la forma actual del poder sobre la vida. Por consiguiente, lo que el poder sobre la vida consigue no son más cosas por el mero hecho de la cantidad, sino que es capaz de mayor alteración cuando más puede. Mayor poder sobre la vida es igual a mayor capacidad de alterarla, de hacerla conforme a lo humano, transgrediendo lo que ya viene dado como hecho. (pp. 22-23)

Comprender cómo se comporta la expresión de las características genotípicas en los seres vivos, superando las explicaciones mantenidas por siglos en el marco de la biotecnología tradicional, ha generado miles de industrias biotecnológicas con variadas aplicaciones y alcances en la oferta de productos y servicios, una diáspora de posibilidades para comprender el lugar de lo vivo como recurso susceptible de usarse para la investigación y comercialización, y para alcanzar el control de la vida, de las especies, de los genes y de la biodiversidad.

Quizá el punto de inflexión está en que la ciencia puede *producir* o *reproducir* la naturaleza, lo que usualmente se pensó solo hacía esta. Si la ciencia interviene en la naturaleza, entonces, como plantea Mendiola (2006), ¿será posible hablar de una naturaleza híbrida? Este autor también se pregunta si "... es que acaso la naturaleza se puede reproducir? ¿No designa, por el contrario, que lo que nos antecede, que no es propiamente humano?" (p. 39). Al respecto, vale la pena resaltar brevemente algunos de sus razonamientos.

La naturaleza se puede *producir* a sí misma; tiene su propia lógica, que no depende, por lo menos en principio, de la lógica de los humanos. Estos, entonces, no han hecho otra cosa que copiar lo que la naturaleza produce, pero de todos modos hemos buscado experimentar según nuestras propias maneras de pensar, por lo que es posible cuestionarse acerca de la "naturaleza de la naturaleza biotecnologizada" (Mendiola, 2006, p. 39). De acuerdo con esta premisa, este autor critica la postura que contrapone lo social a lo natural, expresa

que nuestros hábitos intelectuales suelen recorrer el siguiente pensamiento: “De un lado está aquello que hace, que piensa (la sociedad), del otro, está lo hecho, lo pensado (la naturaleza)” (p. 40).

Entonces, antes de que existieran los humanos la naturaleza ya existía, somos nosotros los que le hemos puesto realidad a la naturaleza; ella existe con o sin nosotros. Hemos nacido en un ambiente que nos reproduce y que ha sido reproducido por nosotros en la coexistencia entre naturaleza y sociedad. Es decir, la naturaleza se produce a sí misma. Hemos descubierto en ella una lógica estructural química, buscando transformarla en transgénicos, pinturas, casas y artefactos de diversa índole. En palabras de Bermúdez (2004), “el hombre es tan solo una parte de la naturaleza y no artífice o modificar absoluto” (p. 30).

En todo caso, nuestra naturaleza pensante ha impuesto un razonamiento, por lo que “... mientras que los animales, incluidos los antropoides, viven en el mundo que les toca vivir, los humanos vivimos haciendo nuestro propio mundo” (Hernández, 2005, p. 14). Por su parte, Mendiola (2006) manifiesta que para poder comprender “... el modo en que la biotecnología *produce* naturaleza...” (p. 41) es necesario desprenderse de algunas carencias analíticas que acometen un ensalzamiento inusitado de la técnica (tecnocentrismo) o de la naturaleza (ecocentrismo) como si operasen por separado.

Quizás habría que insuflar algo de materialidad al ecocentrismo y algo de significación al tecnocentrismo, con el fin de comprender que la naturaleza ni es objeto (a explotar) ni es sujeto (a respetar) sino que es *el hábitat híbrido que producimos con nuestros hábitos*, el hábitat en donde lo social y lo natural quedan insoslayablemente entreverados, el hábitat en donde el sujeto y el objeto dejan de contraponerse para co-hacerse mutuamente... *la forma cambiante en que producimos el hábitat en el que habitamos y en ese hábitat, como no podía ser de otra forma, conviven lo natural y lo artificial...* la naturaleza, nuestra naturaleza, nunca ha sido ajena a la técnica. (pp. 48-49)

Lo vivo —de allí que la vida sea pensada por los sabios— tiene conexión con todo. Las disciplinas (constructos sofisticado de poder) por depender de quienes las habitan tienen, en esencia, que ser pensadas por lo vivo (lo engendrado por la naturaleza). El conocimiento no escapa a la autopoiesis porque quienes lo han instituido

ahora son constituidos por este, al parecer ya no se tiene el control —quizá nunca se ha tenido— sobre el devenir, ni de lo vivo, ni de la vida, ni del conocimiento.

Siguiendo a Mendiola (2006), ni la biotecnología tradicional ni la biotecnología moderna en sí podrían representar una amenaza, siempre que quienes desarrollan las investigaciones tengan el suficiente grado de autonomía desde sus disciplinas (incluidas la didáctica y la pedagogía) como para advertir sobre las desventajas que puede implicar la biotecnología para la biodiversidad, para el ambiente, la sociedad y la cultura.

EMERGENCIA Y DISPOSICIÓN DE LOS CONCEPTOS DE BIODIVERSIDAD Y BIOTECNOLOGÍA

Estas dos nociones se encuentran fuertemente vinculadas, no solo porque representan niveles claros de complejidad para su enseñanza y aprendizaje dada su derivación en multitud de situaciones de la vida en lo ontológico y epistemológico —lo que las convierte en problemas de investigación de la didáctica—, sino también porque la biotecnología tiene como recurso sustancial la información genética contenida en la biodiversidad ya que cuanto más variable sea, habrá mayor riqueza biológica, económica y cultural, por cuanto esta se compagina de diversas maneras con la naturaleza (Esquinas, 2009; Figueiredo, 2017).

Los conceptos tienen un origen y contexto, “...están dotados de historia, filosofía y epistemología, y su emergencia y evolución están supeditadas a condiciones en las que pueden confluír factores políticos, sociales, culturales y económicos” (Roa *et al.*, 2019, p. 400). Para el caso de los conceptos que a que se refiere este apartado, brevemente cabe expresar que el de biotecnología apareció en una publicación del ingeniero húngaro Karl Ereky, en 1917, en el artículo “El desarrollo de cerdos a gran escala en Hungría” (*Boletín de la Sociedad Alemana de Agricultura*), dos años después lo amplió e incluyó en el libro *Biología de la carne, la grasa y la producción de leche en las grandes empresas agrícolas*.⁷

7. Traducción del alemán: *Biotechnologie der Fleisch-, Fett- und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Großbetriebe*.

De acuerdo con el historiador de la biotecnología Bud (2003), en tiempo de guerra en Hungría los problemas de alimentos de origen animal, en un momento en que los seres humanos clamaban ante la escasez de proteína, condujeron a la eficiencia y al avance de la relación animal-máquina, binomio desde el que Ereky sustenta la “biotecnología”, entendida como “todas las líneas de trabajo con las cuales los productos son elaborados a partir de la materia prima con la utilización de organismos vivos” (Lemkow, 2000, p. 35). Agregan Fári y Kralovánszky (2006) que el ingeniero ya ponía en juego biomoléculas clave (proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos: purinas y pirimidinas, monosacáridos) para los animales y vegetales (Ereky, 1918).

En cuanto a la diversidad biológica, este concepto se divulgó a propósito de la contracción *biodiversidad* acuñada por primera vez en el National Forum on BioDiversity, celebrado en Washington, D. C., en 1986, y se extendió ampliamente a partir de 1988 con la publicación de las memorias de dicho foro en el libro *Biodiversity*, editado por Edward O. Wilson y Frances M. Peter. El prólogo escrito por Wilson destaca que el foro y la inclusión de la contracción *biodiversidad* fueron concebidos por Walter G. Rosen, y que el evento tuvo una amplia gama de temas y perspectivas.

No sobra aclarar que su alcance divulgativo no se reduce a dicha contracción, sino a los contenidos desarrollados que empezaron a tener resonancia por el valor que adquieren los recursos genéticos en el mundo, a propósito de los resultados de la investigación en la biología molecular e ingeniería genética, especialmente, que convergen en la biotecnología como etiqueta para la promoción de bienes y servicios en múltiples circunstancias.

Dentro de los eventos internacionales que se han desarrollado en el marco de la biodiversidad, se encuentra el Convenio sobre la Diversidad Biológica (ONU, 1992) en el que se establecieron directrices en torno al uso sostenible y la conservación, participación en los beneficios, el acceso y la transferencia de tecnologías, los derechos de los Estados y la financiación. Algunos de los conceptos utilizados (artículo 2) para dar contenido al convenio, y que evidencian el engranaje de la biodiversidad con la biotecnología se evidencian en la tabla 1.

Biotecnología: Toda aplicación *tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados* para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

Diversidad biológica: *Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.*

Especie domesticada o cultivada: *Especie en cuyo proceso de evolución han influido los seres humanos para satisfacer sus propias necesidades.*

Material genético: Todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia.

Recursos biológicos: Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro tipo del componente biótico de los ecosistemas *de valor o utilidad real o potencial para la humanidad.*

Recursos genéticos: *Material genético de valor real o potencial.*

Utilización sostenible: La utilización de componentes de la diversidad biológica de un modo y *a un ritmo que no ocasione la disminución a largo plazo de la diversidad biológica*, con lo cual se mantienen las posibilidades de esta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras.

Tabla 1. Selección de términos del Convenio sobre la Diversidad Biológica relacionados con la biotecnología

141

Fuente: elaborado con base en los términos explicitados en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (onu, 1992); los énfasis en cursivas son añadidos.

Entendiendo en su conjunto los conceptos del cuadro 1, se advierte que la *biodiversidad* se asocia con la variabilidad de organismo vivos, de valor o utilidad real o potencial para la humanidad de acuerdo con su *material genético*, que pueden o no corresponder a especies domesticadas o cultivadas, que pueden ser usadas para la creación o modificación de productos o procesos —*biotecnología*— a un ritmo que no ocasione la disminución a largo plazo de la diversidad biológica —*utilización sostenible*—.

Con el convenio sobre biodiversidad se aclara políticamente el sentido de la vida y de lo vivo, y se conectan conceptos acuñados en diferentes momentos pero que se complementan biológica, antropológica y epistemológicamente. La biotecnología tiene como materia

prima la genética, la biodiversidad; como andamiaje para su explotación, la industria, la investigación y los intereses económicos; como instrumento para su divulgación, la educación.

BIOTECNOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD: EXPRESIONES Y ALGUNOS APORTES AL CAMPO DE LA DIDÁCTICA

Hasta este punto se ha buscado ilustrar sobre la naturaleza actual de la biología y lo que ha devenido para esta en cuanto a la biotecnología y la biodiversidad, entendidas como coexistentes, aunque la última no necesariamente depende de la primera. No puede afirmarse lo mismo en sentido contrario, ya que la biodiversidad es la materia que la biotecnología tiene como base para sus prácticas tradicionales o actuales.

Hay que precisar que la epistemología, la historia, la sociología, la psicología, la antropología y la filosofía de las ciencias, en este caso de la biología, son condición *sine qua non* para la didáctica y la pedagogía con miras a emprender investigaciones, reflexiones y propuestas para la enseñanza, el aprendizaje, la selección y secuenciación de contenidos coexistentes entre la biotecnología y la biodiversidad.

Para el caso de la biotecnología y su enseñanza cabe enunciar brevemente que incursiona en universidades, escuelas de primaria y secundaria desde la década de los ochenta. Con ello se inició también el desarrollo de investigaciones, en especial sobre actitudes, creencias y conocimiento de profesores y estudiantes, y aparecieron artículos publicados desde varios países en pluralidad de revistas especializadas. Países como el Reino Unido y Estados Unidos lideraron la incorporación de la biotecnología a los currículos en los diferentes niveles.

En el Reino Unido se lanzó en 1989 la revista *Biotechnology Education*, y en 1985 se creó el National Centre for Biotechnology Education⁸ (NCBE) (Wymer, 1992) con el fin de capacitar a los profesores, quienes reconocían el potencial y la importancia económica de la biotecnología, y se interesaban por su incorporación en la enseñanza, aunque pocos tenían la formación, la experiencia o gozaban de los incentivos educativos para formar en sus estudiantes una conciencia al respecto, así como tampoco para incorporar en los planes de estudio las técnicas, los procedimientos, la ciencia y el contexto eco-

8. Primero fue llamado National Centre for School Biotechnology.

nómico de la biotecnología. En estudios realizados, se encontró que los profesores desaprobaban la inclusión de palabras tales como *artificial*, *clonación*, *terapia génica*, *ingeniería genética* y *productos industriales* (Roa y Valbuena, 2013).

El NCBE y la Facultad de Educación de la Universidad de Reading, el London Centre for Biotechnology y la División de Educación de la Universidad de Sheffield, se interesaron por que la enseñanza de la biotecnología mejorara, por lo que se dedicaron a elaborar cursos de capacitación para profesores de la secundaria y media, para poner en discusión asuntos polémicos, paquetes de experimentos y material de divulgación de aspectos biotecnológicos.

En Nueva York, David Micklos, del Cold Spring Harbort Laboratory, encuentra que la enseñanza de la biotecnología en las escuelas es escasa, por lo que plantea como estrategia para su difusión realizar viajes desde las escuelas de California hasta las de New Hampshire en una camioneta plateada, a la cual llamó The Vector Mobile DNA Laboratory, con el propósito de que profesores y estudiantes pudieran recibir capacitación y tuvieran la posibilidad de visitar el laboratorio y realizar prácticas sobre técnicas de recombinación de ADN, al igual que observar las instalaciones y exhibiciones de informática (Wymer, 1986).

Para la década de los noventa, la Unesco y la International Union of Biological Science (IUBS),⁹ con base en los resultados de una mesa redonda sobre biotecnología y educación realizada en 1989 en Asendorf, República Federal Alemana, en la cual participaron universidades de varios países (Bulgaria, Singapur, India, Alemania, Finlandia, China y Estado Unidos, entre otros) y contando con la experiencia del Reino Unido, editaron el libro *Teaching Biotechnology in School* (McInerney, 1990), con el fin de direccionar el mejoramiento de la educación biotecnológica en las escuelas, y la cantidad y calidad de la biotecnología enseñada en las escuelas de secundaria en el mundo.

En 1991, la Unión Europea creó la Iniciativa Europea para la Enseñanza de la Biotecnología (EIBE) (<http://www.ipn.unikiel.de/eibe/ENGLISH/INTRO.HTM>) en la que participaron países como Bulgaria, Estonia, Polonia, Suiza, República Checa, Grecia, Bélgica, Dinamarca, Alemania, Irlanda, España, Francia, Grecia, Italia, Luxemburgo,

9.

Países Bajos, Polonia, Suecia, Suiza y Reino Unido. Con la iniciativa se buscaba desarrollar habilidades, aumentar la comprensión y facilitar el debate público informado a través de una mejor enseñanza de la biotecnología en escuelas, institutos de enseñanza secundaria y universidades. Su principal actividad se centró en generar materiales para personas entre los 16 y los 19 años de edad. Las veinte unidades de enseñanza elaboradas en dicho programa entre 1996 y 2000 consistieron en un conjunto de actividades con variedad de protocolos experimentales, actividades prácticas, juegos de rol, información y debates (Roa *et al.*, 2019).

En América Latina, en el 2006, con el apoyo de CYTED y RedBio/FAO, se configuró la Red Iberoamericana de Educación en Biotecnología Agroalimentaria (BioEducar) (<http://www.upv.es/VALORES/>), que reúne a países como Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Cuba, Ecuador, España, México y Venezuela (2006). Esta red pretende coordinar fortalezas y oportunidades de educación en biotecnología agroalimentaria, fomentar y facilitar la comunicación entre científicos y sociedad en los campos de las ciencias de la vida, además de desarrollar proyectos conjuntos en diferentes instancias para la discusión, exposición y análisis en beneficio de la calidad y pertinencia de la enseñanza, al igual que un cambio de percepción pública de las nuevas tecnologías aplicadas a la producción de alimentos.

Con el fin de poder dar una idea en porcentajes de la importancia que tiene la investigación en educación en biotecnología en algunos países, vale la pena poner de relieve el panorama general del crecimiento de las publicaciones. En una muestra de 181 artículos (periodo 1987-2013), Roa (2016; 2017), evidencia un crecimiento rápido de estas publicaciones: en la década de 1980 se encuentra un artículo (0,6 %); en la de 1990, 14 artículos (7,7 %), y en la primera década del siglo XXI, 110 artículos (60,8 %), en tanto que en los primeros cuatro años de la segunda década de este siglo ya se evidenciaban 56 artículos publicados (30,9 %).

Teniendo en cuenta el país de origen del artículo y si la publicación se hace con otros países, se evidencia que entre los países que tienen mayor cantidad de artículos publicados se encuentran Argentina (13), Australia (14), Turquía (14) y Estados Unidos (41). Solo estos cuatro países, de 36, cubren 82 artículos de 163 publicados individualmente; esto es, aproximadamente, el 50 %. En cuanto a los artí-

culos publicados conjuntamente con uno o más países, se evidencia el predominio de países como Estados Unidos, Turquía, Reino Unido y Argentina; tres de ellos coinciden con algunos de los que han hecho publicaciones individuales: Estados Unidos, Turquía y Argentina.¹⁰

Esto está indicando, además del ritmo de publicaciones, el interés que algunos autores de estos países han puesto en la biotecnología en clave de la educación, lo cual podría tener relación con la disponibilidad de recursos genéticos y biodiversidad en sus territorios; desarrollo empresarial e investigación biotecnológica dentro y fuera del país,¹¹ y la necesidad de generar actitudes positivas, contar con recurso humano, promover y potenciar el consumo de bienes y servicios, concienciar a la ciudadanía; proponer estrategias para la enseñanza, contenidos, incentivar la investigación y reflexión didáctica y pedagógica en cuanto a la biotecnología a propósito de las directrices internacionales (McInerney, 1990) en cuanto a la necesidad de incluir la biotecnología en las escuelas, en los currículos, y capacitar a los profesores.

Las 181 publicaciones están cubiertas por 102 revistas (163 artículos) y 14 memorias de eventos (18 artículos) que tienen como especialidad, en su mayoría, campos de investigación distintos de la educación, por ejemplo: microbiología, biología celular, biología molecular, matemática, bioquímica, biotecnología, agricultura, bioinformática, entre otros. La educación, más que la biotecnología, es tan amplia que sus posibilidades para publicar propuestas, reflexiones o investigaciones resultan viables para variedad de revistas y campos de conocimiento. Es posible afirmar que la educación es transversal a todos los campos, y que las especializadas en la didáctica o la pedagogía no son las que reciben mayoritariamente los artículos sobre investigaciones, reflexiones o propuestas referentes a la escolarización de la biotecnología.

Es fundamental ampliar las perspectivas de investigación sobre la biotecnología y la biodiversidad en áreas establecidas en la didáctica de las ciencias (Fraser *et al.*, 2012): 1) Perspectivas socioculturales y educación urbana, 2) el aprendizaje y el cambio conceptual, 3) for-

10. Análisis más detallados por países, autores y revistas con más publicaciones sobre la educación en biotecnología pueden ser consultados en Roa (2016; 2017).

11. Según Malajovich (2012), hacia 1998 en el mundo se contaban con 3.000 empresas de biotecnología, en solo Estados Unidos de América operaban 1.500.

mación docente y desarrollo profesional, 4) equidad y justicia social, 5) valoración de la evaluación, 6) currículo y reforma, 7) argumentación y naturaleza de la ciencia, 8) aprendizaje extracurricular, 9) ambientes de aprendizaje, 10) alfabetización y lenguaje, y 11) métodos de investigación.

REFERENCIAS

- Abrams, P. (1993). Analyzing biotech's past, present, and future. *Bio/Technology*, 11, 450-451.
- Aguilar, T. (2009). Biosemiótica, memética y arte transgénico. *Éndoxa: Series Filosóficas*, 23, 359-374.
- Astolfi, J. (2001). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas: Referencias, definiciones y bibliografías de didáctica de las ciencias*. Díada Editora.
- Aycardi, E. (1986). Alcance, desarrollo y perspectivas de la biotecnología en el país. Seire Colombia. *Ciencia y Tecnología*, 4(4), 28-29.
- Bachelard, G. (2010). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI.
- Becher, T. (2001). *Tribus y territorios académicos: La indagación intelectual y las culturas de las disciplinas*. Gedisa.
- Bermúdez, O. (2004). La importancia de la educación ambiental y las culturas locales en un mundo globalizado. *Revista Ambiente e Educação*, 9, 29-37.
- Bourdieu, P. (2003). *El oficio del científico: Ciencia de la ciencia y la reflexividad*. Anagrama.
- Bud, R. (2003). History of biotechnology. *Encyclopaedia of life sciences. Nature*, 1-6.
- Camilloni, A. (2008). El sujeto del discurso didáctico. En A. Camilloni, E. Cols y S. Feeney, *El saber didáctico* (pp. 61-70). Paidós..
- Casal, I.; García, J.; Guisán, J.; Martínez-Zapater, J. y F. Rojo, (2004). *Biotecnología en pocas palabras: Biotecnología y medio ambiente*. Sociedad Española de Biotecnología.
- Coleman, W. (2002). *La biología del siglo XIX: Problemas de forma, función y transformación*. Fondo de Cultura Económica.
- Diéguez, A. (2012). *La vida bajo escrutinio: Una introducción a la filosofía de la biología*. Biblioteca Buridán.
- Ereky, K. (1918). Biotecnología. *MMÉE Közlöny, Budapest*, 52(41), 337-339.

- Espinel, N. y Valbuena, E. (2018). Aproximación al estatus epistemológico de la biotecnología: Implicaciones didácticas. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 43, 193-206.
- Esquinas, J. (2009). Biodiversidad agrícola, biotecnología y bioética en la lucha contra el hambre y la pobreza. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 9(1), 102-113.
- European Initiative on Biotechnology Education (EIBE). <http://www.ipn.unikiel.de/eibe/ENGLISH/INTRO.HTM>
- Fári, M and Kralovánszky, U. (2006). The founding father of biotechnology: Károly (Karl) Ereky. *International Journal of Horticultural Science*, 12(1), 9-12.
- Feyerabend, P. (2008). *Adiós a la razón*. Editorial Tecnos.
- Figueiredo, M. (2017). La importancia de la biodiversidad, el sistema de patentes, el acceso al conocimiento en la investigación científica. *Rights and Science*, 0(0), 55-71.
- Fourez, G. (2006). *La construcción del conocimiento científico: Sociología y ética de la ciencia*. Narcéa.
- Fraser, B.; Tobin, K. y McRobbie, C. (Eds.). (2012). *Second international handbook of science education*. Springer.
- Fukuyama, F. (2003). *El fin del hombre: Consecuencias de la revolución biotecnológica*. Ediciones B.
- Foucault, M. (2010). *La arqueología del saber*. Siglo XXI Editores.
- Hernández, J. (2005). El poder de la vida: Formas biopolíticas de la racionalidad. En J. Ugarte, *La administración de la vida: Estudios biopolíticos* (pp. 13-42). Anthropos.
- Kant, I. (2008). *Sobre pedagogía*. Editorial Universidad Nacional de Córdoba.
- Kuhn, T. (2001). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Latour, B y Woolgar, S. (1995). *La vida en el laboratorio: La construcción de los hechos científicos*. Editorial.
- Lemkow, L. (2000). La sociedad ante los riesgos biotecnológicos. *Revista Sostenible*, 2, 31-43.
- Malajovich, M. (2012). *Biotecnología*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Martínez, A. (2013). Lecciones para diferenciar: Conceptos, historias y debates. En G. Vargas y A. Ruiz (2013). *Cátedra Doctoral: Campo intelectual de la educación y la pedagogía*, 1 (pp. 39-66). Universidad Pedagógica Nacional.

- Mayr, E. (2006). *Por qué es única la biología: Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*. Katz Ediciones.
- McInerney, J. (1990). *Teaching biotechnology in school: Science and Technology Education*. Documento Series n.º 39. Unesco-IUBS.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- Mendiola, I. (2006). *El jardín biotecnológico: Tecnociencia, transgénicos y biopolítica*. Catarata.
- Mendiola, I. (2009). La bio(tanato)política moderna y la producción de disponibilidad. En I. Mendiola (ed.), *Rastros y rostros de la biopolítica* (pp. 33-69). Anthropos..
- Monod, J. (2000). *El azar y la necesidad: Ensayos sobre la filosofía natural de la biología moderna*. Tusquets Editores.
- Mora, G. (2010). Prologo. En A. Comenio, *Didáctica magna* (pp. iv-xxxviii). Porrúa.
- Morin, E. (1984). *Ciencia con conciencia*. Anthropos.
- Morin, E. (2007). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica, Río de Janeiro.
- Pacios, A. (1980). *Introducción a la didáctica*. Cincel-Kapelusz.
- Pérez, M. R. (2016). *Diversidad cultural y concepciones de biodiversidad de docentes en formación inicial de licenciatura en biología* [Tesis de doctorado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Prentis, S. (1993). *Biotecnología: Una nueva revolución industrial*. Salvat Editores.
- Red Iberoamericana de Educación en Biotecnología Agroalimentaria. 2006. BioEducar. <http://www.upv.es/VALORES/Documentaci%F3n/CYTED/Convocatoria.pdf>.
- Reissig, J. (1983). *La genética y la revolución en las ciencias biológicas*. OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Rifkin, J. (1998). *The biotech century: Harnessing The gene and remaking the world*. Putmann/Tarcher.
- Rifkin, J. (2009). *El siglo de la biotecnología: El comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz*. Paidós Ibérica.
- Roa, R. (2006). Formación de profesores en el paradigma de la complejidad. *Educación y Educadores*, 9(1), 149-157.
- Roa, R. (2016). *Configuración del conocimiento profesional didáctico y pedagógico del profesor de ciencias para la enseñanza de la biotecnología*.

- logía [tesis de doctorado]. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.
- Roa, R. (2017). Investigaciones sobre educación en biotecnología y profesores: Revisión documental (1987-2013). *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 10(18) 89-110.
- Roa, R. y Valbuena, E. (2013). Incurción de la biotecnología en la educación: Tendencias e implicaciones. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(2), 117-127.
- Roa, R. y Valbuena, E. (2019). Ciencias didácticas y pedagógicas: Tensiones epistemológicas. *Educación y Cultura*, 132, 16-25.
- Roa, R.; González-Galli, L. y Valbuena, E. (2019). Implicaciones didácticas del concepto biotecnología. *Educación y Educadores*, 22(3), 397-421.
- Roca, W. (2004). *Tendencias en el desarrollo de capacidades biotecnológicas e institucionales para el aprovechamiento de la biodiversidad en los países de la Comunidad Andina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) y la Corporación Andina de Fomento (CAF).
- Rodríguez, A. (1991). El objeto formal de la didáctica. *Aula: Revista de Enseñanza e Investigación Educativa*, 4, 105-114.
- Saint-Jackes, C. (2000). Prefacio. En J. Monod, *El azar y la necesidad: Ensayos sobre la filosofía natural de la biología moderna* (pp. 9-12). Tusquets Editores.
- Sánchez, L. (2017)**. Lo vivo y la vida como prácticas de gobierno en la escuela. *Praxis & Saber*, 8(18), 169-192.
- Sasson, A. (1989). Biotecnologías y los países en desarrollo: Promesas y desafíos. *Ciencia y Tecnología*, 7(1), 4-8.
- Schrödinger, E. (1944). *¿Qué es la vida?* Tusquets Editores.
- Streelman, J. y Karl, S. (1997). Paradigms and the rise (or fall?) of molecular biology. *Nature Biotechnology*, 15, 696-697.
- Strohman, R. (1997). The coming Kuhnian revolution in biology. *Nature Biotechnology*, 15, 194-200.
- Stubrin, L. (2015). El poder reunificador de la biotecnología: Reflexiones en torno a la conformación de un espacio colaborativo entre arte y ciencia. *Revista Grafía*, 12(2), 150-170.
- Toribio, M. y Celestino, C. (2000). El uso de la biotecnología en la conservación de recursos genéticos forestales. *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales*. Fuera de Serie n.º 2, 249-260.

- Ugarte, J. (2005). Presentación. En J. Ugarte (ed.), *La administración de la vida: Estudios biopolíticos* (pp 7-11).. Anthropol Editorial.
- Wilson, E. y Peter, F. (ed.).(1988). *Biodiversity*. National Academy Press.
- Wymer, P. (1986). A driving force in biotechnology. *New Scientist*, 1525, 63.
- Wymer, P. (1992). Biotechnology in schools: The uk experience. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8, 473-476.
- Zambrano, A. (2005). *Didáctica, pedagogía y saber*. Cooperativa Editorial Magisterio.
- Zambrano, A. (2006). *Contributions to the comprehension of the science of education in France: Concepts, discourse and subjects* [tesis de doctorado]. Atlantic International University.
- Zuluaga, O. (2007). Otra vez Comenio. *Revista de Educación y Pedagogía*, 19(47), 99-118.

PARTE 2
PROBLEMÁTICAS Y POLÍTICAS
GLOBALES RELACIONADAS
CON LA BIODIVERSIDAD
Y SU ENSEÑANZA

*Representaciones sociales
sobre la crisis ambiental:
Implicaciones para el
estudio del ambiente
y la biodiversidad*

Yair Alexander Porras Contreras

INTRODUCCIÓN

En un interesante artículo de finales del siglo xx, el sociólogo colombiano Orlando Fals Borda (1993) llamaba la atención sobre recuperar el sentido de las utopías. Teniendo en cuenta que si bien el proyecto de la modernidad ha considerado al capitalismo, la globalización de los mercados y las inequidades sociales y culturales como *leitmotiv* del progreso, no conviene apresurarse en caracterizar esta época como el fin de la historia (Fukuyama, 1989), el fracaso de la evolución ideológica de la humanidad o del establecimiento de la democracia liberal. El profesor Fals Borda insistía en adelantar una discusión profunda sobre la necesidad de una utopía

relativa que enfrente las inconsistencias del capitalismo y ofrezca una nueva visión de la cultura, que apunte hacia una vida mejor.

Aparece así otro temple de política en el que juega la moral práctica, la sociedad civil, la cultura popular, los movimientos sociales, el respeto por los derechos humanos, y la defensa de la paz y del medio ambiente como elementos de una nueva razón utópica para nuestro tiempo. (Fals Borda, 1993, p. 52)

Esta conciencia generalizada que viene contemplándose desde hace más de sesenta años con el fin de la Guerra Fría, el choque entre ideologías, el fin de las certidumbres asociadas con la infalibilidad del conocimiento científico, su neutralidad u objetividad (Pujalte *et al.*, 2014), además del abandono de los grandes sistemas de sentido (Lipovetsky, 2000) y la crítica a los metarrelatos (Lyotard, 1994), ha abonado el terreno para describir el *zeitgeist* de este periodo de la historia, que algunos han denominado segunda modernidad (Beck, 2000), modernidad tardía (Giddens *et al.*, 1996), modernidad líquida (Bauman, 2005) o posmodernidad (Lyotard, 1994). El profesor polaco Sigmund Bauman nos revela que ante la disolución de aquella modernidad fructífera y verdadera, que se consiguió con la industrialización o la segunda ola de Toffler (1981), emerge un periodo donde los sólidos sistemas de sentido ahora se escapan como un fluido, dando paso a la ciencia y a la tecnología, a los cambios políticos, económicos y culturales, a la apertura de mercados y a la globalización, transitando desde la idea de sociedad fructífera hacia un proyecto emancipador, en el cual el ser humano se va guardando a sí mismo y cayendo en el hiperconsumo.

La revolución intelectual que describe un periodo de crisis ratificada por la escisión entre el hombre y la naturaleza, además de revelar la transición de la modernidad a la posmodernidad, asegura un distanciamiento entre el pensamiento y el sentido de la vida, representado por la instalación de un paradigma de racionalidad que se expresa en el dominio de la ciencia y la tecnología sobre la misma naturaleza. Parafraseando a Leff (2014), podríamos afirmar que el acontecimiento que cambió nuestra manera de comprender el mundo, poniendo en jaque los bastiones y seguridades de la ciencia, es la *crisis ambiental*, que pone en riesgo la posibilidad de garantizar las condiciones para conservar la biodiversidad y los ecosistemas.

En este punto es importante reconocer las visiones de mundo, ideas y representaciones que construyen las personas frente a la crisis ambiental, con el propósito de comprender la diversidad de marcos interpretativos que construyen los sujetos frente a la naturaleza, la biodiversidad y la educación, sin desconocer el tipo de disposiciones que elaboran para la toma fundamentada de decisiones. Como puede apreciarse, un estudio de las representaciones sociales de la crisis ambiental, tomando como referencia el enfoque estructural, contribuye a la discusión en torno al tipo de decisiones que pueden tomarse desde la educación para movilizar ciertas ideas que propugnan sistemas económicos que ponen a las personas al servicio de intereses económicos, promueven el extractivismo en algunas regiones del planeta y amenazan la biodiversidad. La formulación de planes, proyectos y propuestas de formación que emerjan de los territorios y los diferentes contextos se convierte en una meta de la educación ambiental para la biodiversidad, por lo que es necesario replantear los retos educativos para la formación de profesores en el siglo XXI (Leal-Urueña y Rojas-Mesa, 2018; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2019).

DISCUSIÓN TEÓRICA

155

La crisis ambiental posicionada como una crisis de civilización (Leff, 2007) se convierte en un síntoma de transformación que, en palabras de Gare (2002), es el problema contemporáneo más importante que enfrenta la humanidad y se constituye en una fuente de desorientación, que se acentúa con los procesos de globalización económica y cultural. El profesor Leff define la crisis ambiental como

una falla en los modos de comprensión del mundo y de construcción del conocimiento que constituyeron e instituyeron la racionalidad de la modernidad; del modo hegemónico de producción del mundo que diseñó formas insustentables de habitabilidad de la tierra y ha desencadenado un proceso progresivo de degradación ecológica del planeta. (2014, p. 9)

Guerasimov (1983) conceptualiza tempranamente la crisis ambiental en relación con los desequilibrios económicos, adelantando una crítica de la representación de la naturaleza como una despensa de recursos. Para este autor, la crisis ambiental se caracteriza por

el empeoramiento cualitativo del entorno del hombre causado por la industrialización y la urbanización de su modo de vida, por el agotamiento de los recursos de energía y materias primas tradicionales (de relativo fácil acceso), el aumento continuo de presión demográfica sobre la naturaleza, el desequilibrio de los balances ecológicos naturales mecanismos internos de autorregulación de la biosfera), el llamado exterminio “económico” de algunas especies animales y plantas y las consecuencias genéticas negativas de la contaminación de la naturaleza con los desechos de la actividad económica de los hombres, incluyendo el peligro de degeneración genética del propio hombre. (Guerasimov, 1983, p. 3)

Asimismo, resulta conveniente interpretar la crisis ambiental con respecto a la manera en que las personas interpretan la realidad, el ambiente y el conocimiento. Por ejemplo, Sztompka (1984) sostiene que comprender la crisis desde su configuración social permite dimensionar su complejidad en el plano de los procesos de transformación y desarrollo, al igual que dinamizar la toma fundamentada de decisiones. La interpretación colectiva de la realidad ambiental justifica la configuración del campo ambiental. Este espacio de lucha y consenso constituido por un conglomerado de relaciones de poder, emitidas desde paradigmas oficiales, no oficiales, alternativos y emergentes, se nutre de la diversidad de representaciones sociales que evidencian determinadas prácticas culturales. De esta manera,

el campo de lo ambiental es un espacio social de conflicto entre individuos y grupos, los cuales buscan conservar o transformar las relaciones de poder derivadas de la forma de capital específica que caracteriza este campo en disputa. Es en el espacio relacional del campo ambiental en donde prevalecen interacciones entre la pluralidad de paradigmas explicativos generados desde perspectivas distintas, los cuales funcionan como marcos de interpretación de la realidad. (Porras, 2014, p. 14)

Esta aclaración justifica el estudio de las representaciones sociales de la crisis ambiental, tomando como referencia la misma interpretación que se elabora de la naturaleza.

La consolidación del campo ambiental como escenario de disputa y consensos procura la consideración de la sociología ambiental como una respuesta frente a la inclusión de las condiciones de la naturaleza en el escenario social (Leff, 2014). De esta misma manera,

la utopía falsbordiana se traduce en un proyecto alternativo de civilización que, siguiendo los planteamientos de Leff (2014), parte de la diferenciación de las condiciones y los estilos de vida de los pueblos, prioriza la consolidación de la sustentabilidad ambiental y reconfigura la organización política y social. Podría decirse que, en el tránsito hacia las utopías relativas, va consolidándose una racionalidad ambiental “fundada en los potenciales ecológicos y en los sentidos culturales de la vida; en una ética de la otredad y una política de la diferencia” (Leff, 2014, p. 309).

LA BIODIVERSIDAD EN EL MARCO DE LA CRISIS AMBIENTAL

La biodiversidad se constituye en un concepto polisémico, sinonímico y en ocasiones ubicuo, que de la mano de la *crisis ambiental* y de la *naturaleza* son los protagonistas del discurso ambiental desde la segunda mitad del siglo xx. Entre los paradigmas oficiales que propugnan una mirada científicista de la crisis ambiental, la biodiversidad y la naturaleza, aparecen aquellos que refrendan ciertos antropocentrismos con los cuales se defiende un determinismo biológico y cultural, al igual que la visión de la naturaleza como fuente permanente de recursos. Estas reflexiones han llevado a poner en entredicho el modelo de desarrollo sostenible como la panacea sobre la cual se enfrentan los desequilibrios ambientales, ya que se reduce la crisis ambiental a un conteo de recursos, entre ellos el número de especies, lo cual favorece miradas economicistas de la misma biodiversidad.

Así, antes de internalizar las condiciones ecológicas de un desarrollo sustentable, la geopolítica del “desarrollo sostenible” generó un proceso de mercantilización de la naturaleza y de sobre-economización del mundo: se establecieron “mecanismos” para un “desarrollo limpio” y se elaboraron instrumentos económicos para la gestión ambiental que han avanzado en el establecer derechos de propiedad (privada) y valores económicos a los bienes y servicios ambientales. (Leff, 2008, p. 83)

Ante este panorama, resulta fundamental aproximarnos a una conceptualización de la biodiversidad que trascienda el conteo de especies, para incluir otros niveles de jerarquía biológica y los procesos que se desarrollan en los ecosistemas (Pérez, 2019). Algunos autores, como Koricheva y Siipi (2004), manifiestan que esa tendencia

de excluir otros niveles de organización se basa en la mirada macroscópica de la biodiversidad asociada con la comprobación empírica de especies en un determinado territorio. Por esta razón, resulta importante describir la diversidad biológica de acuerdo con tres atributos primarios: composición, estructura y función. En la tabla 1 se presenta la estructura jerárquica de los componentes de la biodiversidad.

Tabla 1. Estructura jerárquica de los componentes de la biodiversidad

Diversidad genética	Diversidad taxonómica	Diversidad ecológica
Poblaciones	Reinos	Biosfera
Individuos	Phylum	Biomás
Genoma	Clases	Biorregiones
Cromosomas	Órdenes	Paisajes
Genes	Familias	Ecosistemas
Nucleótidos	Géneros	Comunidades
	Especies	Hábitats
	Subespecies	Nichos
	Poblaciones	Poblaciones
	Individuos	

Fuente: Koricheva y Siipi (2004, p. 31).

Reconocer cómo circula en la sociedad el concepto de biodiversidad implica analizar la manera en que este es representado, imaginado y estudiado. De hecho, la definición del término por parte de las comunidades académicas, que se circunscribe al plano científico, dista mucho de la representación que construye el público en general. Por ejemplo, el Convenio sobre la Diversidad Biológica, que surge de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992, establece que

Por “diversidad biológica” se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. (ONU, 1992)

Autores como Maclaurin y Sterelny (2008) señalan que existen visiones multidimensionales de la biodiversidad, donde la riqueza de especies se constituye en un concepto central. Pareciera que la pérdida dramática de algunas especies en el marco de la crisis ambiental fuera

la temática más reconocida para un amplio número de personas (Buijs *et al.*, 2008), debido probablemente a una comprensión empírica de la biodiversidad. En consecuencia, podríamos decir que el reconocimiento de las representaciones sociales de la crisis ambiental contribuye a que las personas se familiaricen con conceptos que tradicionalmente se han anidado en el plano científico, como sucede con el término *biodiversidad*, cuya apropiación depende del tipo de modelo representacional con el cual las personas lo incluyen en su experiencia individual y colectiva. En una investigación desarrollada por Buijs *et al.* (2008), cuyo propósito fue desarrollar un marco conceptual para analizar la variedad de nociones sobre la biodiversidad en un grupo de residentes en áreas protegidas, agricultores, recreacionistas y trabajadores forestales, se encontraron tres componentes de la representación social de la biodiversidad: 1) las funciones y beneficios que la biodiversidad podría proporcionar; 2) los atributos asociados con la naturaleza; 3) los puntos de vista sobre la relación humanidad-naturaleza (figura 1).

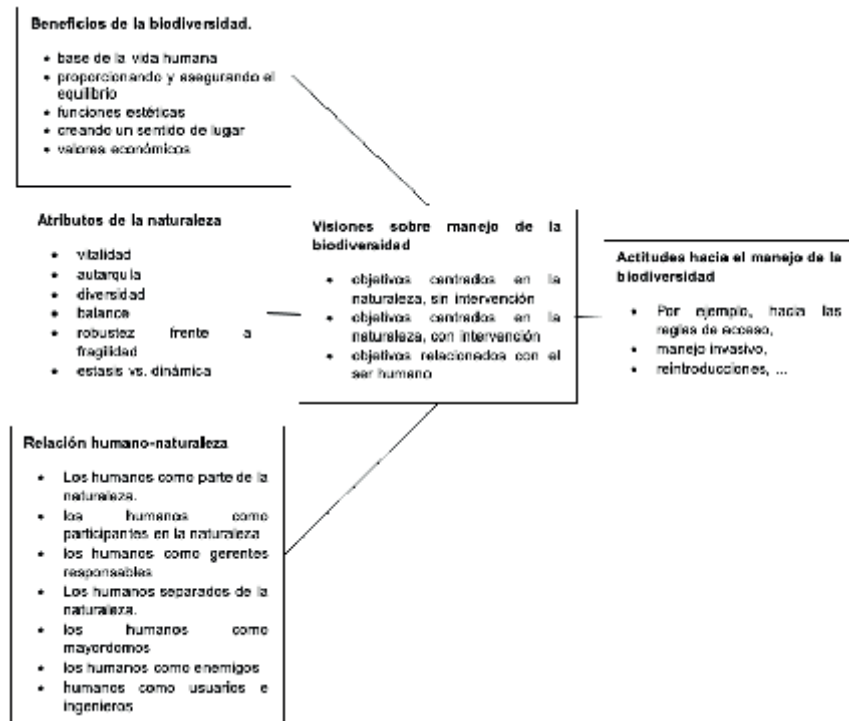


Figura 1. Marco conceptual: componentes de las representaciones sociales de la biodiversidad
Fuente: Buijs *et al.* (2008).

En la tipología representacional formulada por Buijs *et al.* (2008) se destaca una tendencia a reconocer la biodiversidad como base de la vida humana, particularmente con prevalencia de una visión antropocéntrica en la que la salud y la supervivencia de nuestra especie dependen de su conservación. Por otra parte, se considera a la biodiversidad como proveedora y aseguradora de estabilidad en la naturaleza, resaltando el papel de las especies en el equilibrio de los sistemas naturales. Entre las funciones estéticas de la biodiversidad, se reconoce la diversidad de hábitats, paisajes, especies que son visualmente atractivos, lo que posiciona la experiencia estética en el proceso de contemplación de esta. Otra tendencia que se resalta es la comprensión de la biodiversidad como un sentido de lugar, la cual emerge con el reconocimiento de especies y hábitats, que en principio se consideraban ajenos, lo que inspira el orgullo por la naturaleza local y alimenta una interpretación más amplia de la naturaleza. Por último, se reconocen los valores económicos de la biodiversidad, poniendo de presente el hecho de que actividades económicas como la pesca, la silvicultura, la agricultura y el turismo dependen y afectan directa e indirectamente a la biodiversidad.

160

LA CRISIS AMBIENTAL COMO REPRESENTACIÓN SOCIAL

De acuerdo con algunas investigaciones y reflexiones del grupo de investigación Educación en Ciencias, Ambiente y Diversidad (Pérez y Porras, 2005; Pérez *et al.*, 2013; Porras, 2015, 2016, 2017; Porras y Pérez, 2019), las representaciones sociales de la crisis ambiental se constituyen en una categoría pluriparadigmática, que surge de la convivencia de diversos paradigmas que transitan hacia la modernidad tardía, los cuales han emergido de la intersección de diferentes marcos de interpretación de la realidad con los cuales los sujetos construyen explicaciones y acciones, lo que a su vez establece una adaptación en el tiempo. Es claro que en este trasegar se abre un espectro de representaciones sociales que actúan como un filtro de la realidad desde el cual las personas se desenvuelven, organizan su vida y toman decisiones. De acuerdo con Moscovici (1979):

[...] la representación es un corpus organizado de conocimientos y una de las actividades psíquicas gracias a las cuales los hombres hacen inteligible la realidad física y social, se integran en un grupo o

en una relación cotidiana de intercambios, liberan los poderes de su imaginación. (Moscovici, 1979, p. 18)

En su texto *Ensayo sobre la historia humana de la naturaleza*, Moscovici (1968) propone estadios de la naturaleza asociados con la evolución histórica del conocimiento, abordando el tema de la génesis y el contenido representacional. Una primera idea consiste en trascender la imagen de la naturaleza como receptáculo de seres, elementos y energía por una representación social que incluya las interacciones humanas y no humanas, con las cuales reconocer la complejidad representacional. De igual manera, Gervais (1997) en una interesante tesis doctoral, evidenció el surgimiento de representaciones sociales sobre la Naturaleza, de orden orgánico, mecánico y cibernético, pero de carácter híbrido, las cuales cataloga como “fuertes” y “débiles”. Una representación social débil sobre la naturaleza supone una interpretación ontológica, mientras que una fuerte se posiciona en el plano epistemológico. Gervais afirma que “las representaciones sociales no son sólo opiniones inocuas o creencias de los individuos. Son sistemas complejos de imágenes, ideas y prácticas que tienen correlatos ontológicos” (1997, p. 267).

De manera similar, Escobar (2010) plantea que nuestra visión sobre la naturaleza no puede reducirse a lo que el conocimiento científico, la interpretación de las ciencias sociales o la observación empírica nos ofrecen. Sostiene que las representaciones de la naturaleza se construyen desde diferentes epistemologías, mitos, ontologías e intereses, que trascienden las dimensiones políticas y económicas, las cuales, a su vez, influyen en la construcción social de la crisis ambiental. De ahí la importancia de analizar las múltiples tendencias, áreas problemáticas y representaciones sociales que se circunscriben frente a la crisis ambiental.

REPRESENTACIONES SOCIALES DE LA CRISIS AMBIENTAL

Retomando la idea de las representaciones sociales como sistemas de interpretación de la realidad que guían las relaciones de los individuos con su entorno físico y social, es importante relacionar el enfoque estructuralista con la propuesta de la *teoría del núcleo central de la representación* (Abric, 1993; Guimelli, 2001; Guimelli y Rouquette, 1992; Vergès, 1992;), que sostiene que las representaciones socia-

les están organizadas en un sistema dual, en el cual se asegura una cierta estabilidad del campo representacional. Uno de los investigadores líderes en este enfoque es el profesor Abric (2001), quien señala que entre las funciones de la representación social se encuentran el entender y explicar la realidad, definir la identidad de los grupos, orientar los comportamientos y las prácticas, y permitir justificar posturas y comportamientos. Además, se destaca la organización de las representaciones sociales en función de un núcleo central y un sistema periférico. El primero se cataloga como el sistema en el que se construye la organización y el significado de la representación, mientras que el segundo lo constituyen elementos susceptibles al cambio, que tienen como propósito articular el núcleo central con la realidad social, de ahí que las representaciones sociales tengan una doble función: cognitiva y de interacción social.

Las funciones esenciales del núcleo central, según Guimelli (2001), son: 1) *generadora*, ya que sus elementos determinan si se crean o transforman los demás elementos de la representación; y 2) *organizadora*, por cuanto el sistema central determina los lazos e interacciones que se generen con los elementos periféricos. Estas características han permitido en las últimas décadas adelantar una serie de avances metodológicos para reconocer la centralidad de la representación, que trascienden la dicotomía cuantitativo/cualitativo. Estos aportes que permiten reconocer el núcleo de la representación han promovido propuestas investigativas de corte mixto, entre las que se encuentra el análisis prototípico y categorial, desarrollado por Vergès (1992), a partir de la técnica de asociación libre de palabras, y los esquemas cognitivos de base, propuestos por Guimelli y Rouquette (1992).

UNA METODOLOGÍA PARA INDAGAR LAS REPRESENTACIONES SOCIALES DE LA CRISIS AMBIENTAL

Desde los aportes de la investigación educativa, resulta importante reconocer el papel de los enfoques mixtos en la indagación de las representaciones sociales, particularmente en temas ambientales. De hecho, entre las ventajas de este paradigma metodológico se encuentra el abarcar preguntas de investigación que los métodos unitarios no pueden hacer, además de presentar análisis más articulados que contribuyen al surgimiento de puntos de vista divergentes (Tashakkori y Teddlie, 2010). Tomando como referente la mirada estructural

de la representación social, resulta conveniente aclarar que los elementos pertenecientes al núcleo central demuestran una gran estabilidad, no son negociables, es decir son difícilmente refutables, en contraposición a los de la periferia, que son susceptibles al cambio.

Una propuesta metodológica con la cual indagar las representaciones sociales de la crisis ambiental incluye el uso de estrategias para identificar la centralidad representacional. Una de ellas es el cuestionario de esquemas cognitivos de base (ECB), adaptado de Guimelli (2003). La primera parte de este instrumento incluye la técnica de asociación libre de palabras, en la cual se solicita a los participantes que evoquen cinco palabras asociadas con el término inductor *crisis ambiental*. En esta etapa se consolida un espectro de evocación que se evalúa con respecto al rango y la frecuencia de palabras citadas. Al respecto, Rouquette y Rateau (1998) afirman que “las características cuantitativas de los elementos centrales son solo la consecuencia de una propiedad inicial, que se relaciona con la naturaleza misma de la centralidad, y que es, fundamentalmente cualitativa”. A partir de la intersección entre la frecuencia media de evocación y el promedio de los rangos medios relevantes, se construye un cuadro de doble entrada, en el que se identifican la zona del núcleo central, la zona de contraste, la primera periferia y la segunda periferia. Una propuesta esquemática de esta interpretación (Porras, 2017), se presenta en la figura 2.

		Rango	
		Bajo (Importancia alta)	Alto (Importancia baja)
Frecuencia	Alta	Núcleo central (++)	Elementos de la primera Periferia (+-)
	Baja	Zona de contraste (-+)	Elementos de la segunda Periferia(-)

Figura 2. Estructura de la representación social
Fuente: Porras (2017).

En una segunda fase, se indica a los participantes que elaboren tres oraciones cortas respecto al término *crisis ambiental*. El objetivo

de esta actividad radica en delimitar el campo de la representación, activando los esquemas cognitivos de base, utilizando para ello un instrumento en el que se tienen en cuenta elementos semánticos, denominados cognemas, los cuales actúan como conectores o unidades básicas de los elementos en cada representación. Guimelli (2003), propone 28 conectores (figura 3) que configuran tres metaesquemas (descriptivo, prescriptivo y atributivo), de los cuales se derivan cinco familias (Porras, 2017):

- Familia Léxico: remite a cognemas que constituyen definiciones, analogías, significaciones y oposición (SYN, DEF, ANT).
- Familia Vecindad: constituye los elementos incluyentes, incluidos o un cognema recuperado del cognema incluyente (TEG, TES, COL).
- Familia Composición: remite a elementos donde el inductor es componente, a otros que componen al inductor, y a aquellos que son considerados componentes de un mismo concepto de referencia (COM, DEG, ART).
- Familia Praxis: incluye cognemas que describen la acción que designa al actor, remite al objeto sobre el cual se aplica la acción del actor A, a una herramienta o estrategia útil para el actor, al autor de la acción, al objeto sobre el que se aplica la acción, a una modalidad particular de acción sobre el objeto, etc. (OPE, TRA, UTI, ACT, OBJ, UST, FAC, MOD, AOB, TIL, OUT, AOU)
- Familia Atribución: remite a los atributos del concepto permanentes, frecuentes u ocasionales, a atributos normativos, evaluativos o causales y a las consecuencias, fines o efectos (CAR, FRE, SPE, NOR, EVA, EFF, COS).

La evaluación de los esquemas cognitivos de base, desde la propuesta de Guimelli (2003), se hace a través del análisis de Valencia, el cual pretende reconocer la articulación entre el término *crisis ambiental* y cada uno de los 28 conectores. Por ejemplo, si un participante reconoce que existe relación entre todos los cognemas y el término inductor, su valencia total será 1, pues cada sí se relaciona con la activación de los diferentes esquemas cognitivos de base ($28 \text{ síes} / 28 \text{ ítems} = 1$). Este valor de referencia proporciona una idea de la tendencia que presentan las personas en asociar las respuestas rela-

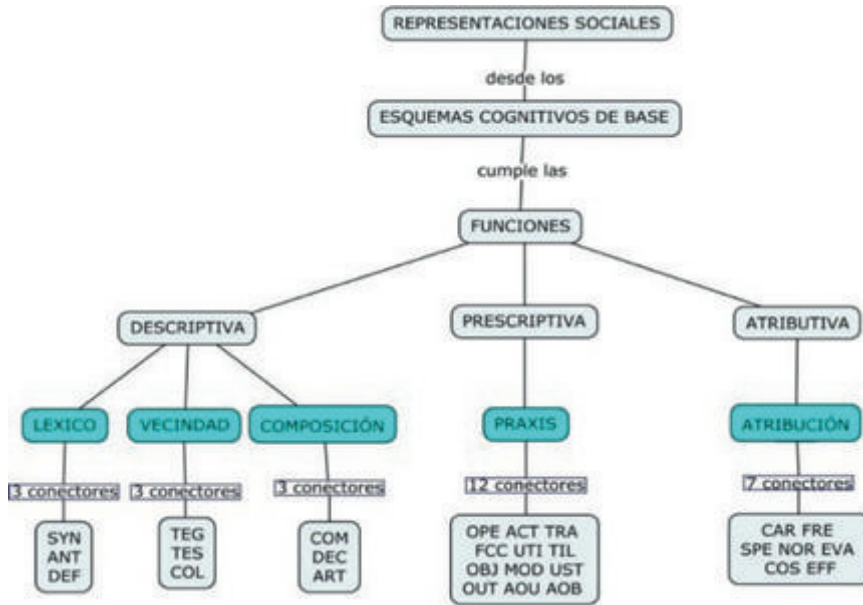


Figura 3. Esquemas cognitivos de base
Fuente: Porras (2017).

cionadas con la crisis ambiental, al esquema representacional que se construye en comunidad. De esta manera, la valencia total se obtiene de la sumatoria de las valencias parciales de cada esquema ($V_{Lex} + V_{vec} + V_{comp} + V_{prax} + V_{atrib}$).

ALGUNAS REPRESENTACIONES SOCIALES DE LA CRISIS AMBIENTAL

En una investigación desarrollada en el contexto de una tesis doctoral (Porras, 2017) que contó con la participación de 96 estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, se resalta la indagación de las representaciones sociales de la crisis ambiental, tomando como eje de análisis la teoría del núcleo central de la representación, a partir del enfoque metodológico del análisis prototípico y categorial, los esquemas cognitivos de base y el cuestionario de ideas sobre la crisis ambiental.

Resultados del análisis prototípico y categorial

Utilizando el *software* evoc/2003 (Ensemble de Programmes Permettant L'analyse des Évocations), se adelantó el análisis prototípico y

categorial. Dentro de los resultados iniciales se encontraron 110 palabras evocadas distintas, de las cuales 24 gozan de mayor frecuencia y un rango de evocación menor de tres. Los cuatro términos más evocados, es decir con más de 15 repeticiones y un orden de evocación bajo, son *contaminación*, *daño del entorno*, *problema* y *destrucción*. Todos ellos hacen alusión al dominio materialista del ambiente, además de promover una mirada naturalista y conservacionista, en la cual la biodiversidad y, en particular, la pérdida de especies, se relacionan directamente con la escisión hombre y naturaleza. Desde esta postura asumimos “la metáfora de la expulsión del paraíso, [con la cual] podemos explicar poéticamente el inicio de la separación entre naturaleza y cultura que ha caracterizado a occidente” (Noguera, 2004, p. 31).

Los elementos de la representación social que corresponden a la periferia pueden ser falsados y se distribuyen en tres grupos:

- La primera periferia está formada por términos con una frecuencia baja, menor a tres, y un orden de evocación mayor a tres. Como estas palabras tienen una relación directa con el término inductor, *crisis ambiental*, también se denomina zona de contraste (*desastres naturales*, *calentamiento global*, *caos* y *catástrofe*). Todos los términos de esta zona coinciden en una mirada catastrofista de la crisis ambiental, la cual se corrobora con los informes de organizaciones que demuestran un empoderamiento del campo ambiental, además de ser un tema frecuente en las noticias ambientales y los medios de comunicación.
- La segunda periferia corresponde a palabras que tienen una frecuencia mayor a quince, con un orden de evocación mayor o igual a tres. La mayor parte de ellos corresponden al dominio materialista de la representación social (*deforestación*, *deterioro*, *escasez de recursos*, *impacto ambiental*, *efecto invernadero* y *extinción*), en la cual la crisis ambiental se relaciona con factores que ponen en riesgo el equilibrio natural y la biodiversidad del planeta. Otras palabras que pertenecen a esta primera periferia (*inconciencia*, *falta de cultura*) demuestran el dominio ético-moral con el cual los estudiantes manifiestan un llamado de atención frente a los desequilibrios e inequidades que se propugnan en un escenario de crisis ambiental.

- La tercera periferia corresponde a las palabras que tienen frecuencia menor a tres, con un orden de evocación también menor a tres. Entre estas palabras se encuentran algunas que pertenecen al dominio materialista de la crisis ambiental (*degradación, basura, polución*), el dominio ético-moral (*consumismo, muerte, riesgo*), dominio sociocultural (*enfermedad, desequilibrio*).

Resultados de los esquemas cognitivos de base

En cuanto a los esquemas cognitivos de base, se obtuvieron las valencias producto de las relaciones que construyeron los docentes en formación entre el término *crisis ambiental* y las frases, a través de 28 conectores. Esto da como resultado un valor numérico que se obtiene al sumar los conectores entre A y B, dividiendo entre el número de conectores y el tipo de ponderación que los entrevistados realizan (Ruiz y Coy, 2004). Un valor de valencia cercano a 1 indica que existe mayor número de conectores entre A y B, lo cual se asocia con una activación de diferentes esquemas cognitivos de las personas. Recordemos que los cinco esquemas cognitivos de base son: Léxico, Vecindad, Composición, Praxis y Atributos. Entre los resultados más significativos analizados para los 96 estudiantes de la Licenciatura en Química se encuentran valencias altas en los esquemas Vecindad (0,70) y Composición (0,58), lo cual indica la presencia de un mayor número de relaciones entre los cognemas formulados y el término inductor, a través de los conectores propuestos por Guimelli y Rouquette (1992).

La activación mayoritaria del esquema Vecindad (formado por tres conectores: TEG, cuando el término *crisis ambiental* forma parte o es un ejemplo de las palabras evocadas; TES, cuando las palabras evocadas están incluidas en la crisis ambiental; COL, cuando la crisis ambiental pertenece a la misma categoría que las palabras evocadas) sugiere mayor familiarización de los estudiantes con una perspectiva naturalista y conservacionista, relacionada con la pérdida de recursos y biodiversidad.

La activación del esquema Composición sugiere que los participantes emitieron frases o palabras que pertenecen a la estructura de la crisis ambiental. Este esquema está formado por tres conectores: COM, donde la crisis ambiental es un componente de las palabras evoca-

das; DEC, donde las palabras formuladas son componentes de la crisis ambiental; ART, en el que se explicita que tanto la crisis ambiental, como las palabras evocadas son componentes de una misma entidad.

TIPOLOGÍAS DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES DE LA CRISIS AMBIENTAL

Con base en el análisis prototípico-categorial y la configuración de los esquemas cognitivos de base, se solicitó a los participantes que expresaran lo que entendían por crisis ambiental. Entre las respuestas generadas por los docentes en formación se encuentran aquellas que refrendan una idea de la crisis enmarcada en la pérdida de recursos, la falta de valores y conciencia, el auge de inequidades y desigualdades sociales, la necesidad de iniciativas educativas y el considerar el impacto de la ciencia y la tecnología para la resolución de problemáticas ambientales.

A partir de la interpretación de las frases elaboradas por los estudiantes y los esquemas cognitivos de base emergen cinco tipos diferentes de representaciones de la crisis ambiental (gráfica 1), asociadas con los dominios materialista (32,36 %), ético-moral (31,43 %), sociocultural (20 %), educativo (11,43 %) y científico-tecnológico (4,28 %).

168

TRAYECTORIAS Y APORTES PEDAGÓGICOS PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Representaciones sociales de la crisis ambiental

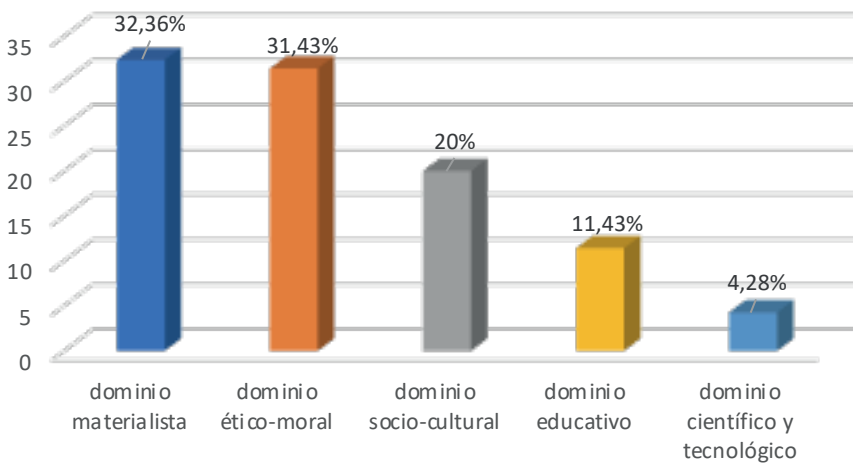


Figura 1. Dominios en las representaciones sociales de la crisis ambiental

Fuente: elaboración propia.

La crisis ambiental desde el dominio materialista

La correlación entre el término inductor *crisis ambiental*, las palabras evocadas que hacen parte del núcleo central de la representación (*contaminación, daño del entorno, problema, destrucción*) y los valores altos de las valencias en los esquemas cognitivos de base Vecindad y Composición reflejan una tendencia hacia la representación naturalista-conservacionista, que pone en evidencia la preocupación por las amenazas globales. De esta manera, Beck (2009) define el riesgo como “el enfoque moderno de la previsión y control de las consecuencias futuras de la acción humana, las diversas consecuencias no deseadas de la modernización radicalizada” (p. 5), las cuales pueden asociarse con conflictos globales producto de inequidades en términos de riqueza. Por ejemplo, la mayoría de estudiantes (32,36 %) considera que la crisis ambiental se asocia con el agotamiento de recursos y la instauración de una cultura depredadora que tiene en jaque el equilibrio del planeta.

Un estudiante afirma que “todos aquellos factores que se originan por acción antrópica y que afectan el medio y la salud [...] a nivel global, calentamiento local, contaminación por basuras [...] se debe a las diferentes actividades del hombre (industria, explotación, etc.)” (E4), dando sentido a una relación directa entre las causas del deterioro ambiental fomentado desde la misma sociedad moderna y las consecuencias para el sistema natural.

De igual manera, el estudiante E18 sostiene que la crisis ambiental es “un momento en el cual, debido a factores provocados por el hombre (tala de árboles, contaminación de agua, desechos) se rompe el equilibrio del medio ambiente. Se atribuye al crecimiento de la población, la avaricia, acabando la biodiversidad”.

La crisis ambiental desde el dominio ético-moral

De acuerdo con Galanes (2006), la ética ecológica se enfoca en una serie de principios que sirven para regular las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza, es decir que un posicionamiento ético frente a la crisis ambiental supone analizar la tendencia de la modernidad tardía, que separa al hombre de la sociedad, negando la posibilidad de establecer nuevas relaciones entre la naturaleza y la cultura. Los desequilibrios antrópicos son la base de la crisis ambiental para

el grupo participante. Por ejemplo, algunos estudiantes señalan un clima de crisis desde la esfera antropogénica:

[...] la crisis ambiental es la afectación negativa del lugar en que habita la humanidad. Descongelamiento de los polos, derrames de petróleo, que se atribuye a la ignorancia humana, pues las generaciones se preocupan sólo por preservar la especie humana. (E31)

[...] la crisis ambiental significa daños, problemas, que se realizan en contra de la naturaleza. Afectación de humedales, calentamiento global, deforestación. Los culpables somos todos los seres humanos. (E33)

La crisis ambiental desde el dominio sociocultural

De acuerdo con Leff (2014), la constitución de una sociología ambiental ha alimentado el debate en torno al surgimiento de la crisis ambiental desde dos perspectivas: el realismo y el constructivismo. El realismo emerge como una alternativa para combatir la separación epistemológica y ontológica entre el hombre y la naturaleza, valiéndose de diferentes ciencias para comprender problemas como la escasez de recursos, la sobrepoblación del planeta, el cambio climático, etc. En este enfoque del dominio sociocultural, encontramos algunas frases de los docentes en formación, que ponen un énfasis en aspectos políticos y socioculturales de la crisis global:

La crisis ambiental es la alteración del entorno... a nivel global aquellos territorios hostiles donde se presentan guerras, donde los habitantes deben huir para conservar sus vidas... se debe a la falta de respeto por el ser vivo, su entorno. (E12)

Cuando el entorno es afectado negativamente por los mismos individuos que lo habitan, generando impactos. Efecto invernadero, cambios climáticos, sequías, sobrepoblación, debido a las acciones incontroladas a favor del capitalismo y el consumo. (E16)

Por otro lado, el constructivismo busca entender los procesos sociales que se circunscriben a problemáticas ambientales. Algunas proposiciones de los estudiantes desde este enfoque son:

La crisis ambiental es el deterioro del ambiente debido a la industrialización. (E82)

La crisis ambiental son aquellas problemáticas por las que se está cruzando el ambiente ya sea social o ambiental, debida a un mal manejo económico, político y social. (E80) [FIN CITA]

Crisis ambiental desde el dominio educativo

La comprensión de la crisis ambiental que subyace al dominio educativo supone retomar un enfoque conservacionista-naturalista, en el que se pone de manifiesto el desarrollo de planes y programas para combatir las amenazas a los recursos, partiendo de una contabilidad de las especies y un avalúo de los ecosistemas. Algunos elementos que restringen la protección de la biodiversidad, de acuerdo con lo señalado por los estudiantes, se concentran en la falta de iniciativas que desde lo educativo permitan acercarse a la naturaleza:

La crisis ambiental es el impacto negativo en el ambiente y trae consecuencias negativas para los ecosistemas y los seres vivos. A nivel global calentamiento global, escasez del recurso hídrico, y a nivel local, deforestación. Se debe al desconocimiento de preservar especies..." (E7)

La crisis se relaciona con residuos químicos, sobrepoblación, basuras. Se debe a la falta de educación sobre el cuidado ambiental, aumento de construcciones y la tecnología. (E26)

En las respuestas de los estudiantes se encontraron posiciones cercanas a la mirada crítica de la educación ambiental (Porras, Tuay y Ladino, 2020), que no se conforma con analizar las causas de la crisis ambiental, sino que también emite respuestas complejas a las amenazas y riesgos que implican los desequilibrios y desigualdades. Desde este enfoque, Meira (2008) sostiene que "la educación ambiental debe ser un vector de innovación social, pero esto solo puede tener éxito si se produce un cambio de modelo en la búsqueda de un desarrollo verdaderamente humano" (p. 70), lo cual invita a una Educación Ambiental emancipatoria, contextualizada y articulada con el proyecto político-pedagógico de nación. Algunas de las frases que retoman esta mirada educativa de la crisis son:

La crisis ambiental es la causa de problemáticas como el cambio climático, la venta de recursos (zonas biológicamente ricas) a países

globalizados para “curar” el impacto de sus industrias, falta de educación ambiental. (E95).

“La crisis ambiental son los cambios que sufre un ecosistema o especie debido al maltrato que se le da al entorno. Problema de las basuras, tala de árboles y falta de cultura ciudadana. (E34) [FIN CITA]

La crisis ambiental desde el dominio científico-tecnológico

Desde el dominio científico-tecnológico, la crisis ambiental se asocia con posturas que atribuyen una responsabilidad mayoritaria a los avances científicos y tecnológicos, dejando de lado las posibilidades de obtener soluciones definitivas a las problemáticas ambientales del planeta. De acuerdo con algunos autores (Solbes, 2019; Veiga y Roncaglia, 2020), la ciencia y la tecnología constituyen un saber histórico, relacionado con la creación y transformación del entorno, que en el caso particular de la crisis ambiental se asocia con la modificación del medio natural. Algunas frases que ratifican una mirada desesperanzadora de la realidad ambiental relacionada con el dominio científico-tecnológico son:

La crisis ambiental consiste en el agotamiento de fuentes hídricas, las emisiones de gases invernadero, extinción de especies, por una falta de conciencia, mal manejo tecnológico. (E11)

La crisis ambiental se asocia con problemas de contaminación en todos los aspectos. A nivel global el efecto invernadero, y local la contaminación, por el mal manejo de residuos y a la falta de conciencia y por el abuso tecnológico. (E42)

CONSIDERACIONES FINALES

La necesidad de reconocer las representaciones sociales que construyen las personas sobre temas neurálgicos de su realidad, entre ellos la crisis ambiental, la biodiversidad y la naturaleza, pone de presente la importancia de centrar las reflexiones sobre los retos educativos que surgen del análisis de problemas socialmente relevantes o cuestiones socialmente vivas (Porrás y Torres, 2019). La idea central de este argumento se basa en comprender que los grupos sociales interpretan desde su contexto determinados aspectos de la realidad, para hacerlos inteligibles y así establecer significados colectivos que

se materializan en el lenguaje y en la disposición para actuar. Desde esta perspectiva, una persona no ve el entorno de manera individual, sino con el filtro que le imprime la visión del grupo, lo que deriva en un significado y sentido que emergen de la misma representación de la realidad. Este punto resulta trascendental en el estudio de las representaciones sociales, particularmente con investigaciones recientes que sostienen un cierto paralelismo entre estas elaboraciones grupales y la memoria colectiva (Wagoner, 2015).

Tomando como referencia las categorías a partir de las cuales las personas identifican y construyen significados sobre la crisis ambiental, resulta relevante considerar algunas corrientes que emergen de las mismas representaciones sociales. Por ejemplo, el enfoque conservacionista-recursista relaciona la crisis ambiental con una pérdida de recursos, especies, hábitats, que pone en riesgo la biodiversidad del planeta entendiendo el ambiente como un escaparate de bienes, susceptibles de ser aprovechados (Eder, 1996; Molina-Andrade, 2017; Pérez, 2019). Al respecto, el profesor González-Gaudiano (2009) afirma que el escenario de caos, desastre y colapso es más fácil de imaginar por las personas. Sin embargo, cuando ese imaginario es alimentado por un sistema agresivo de producción, distribución y consumo de recursos, la degradación deja de ser contraintuitiva y se convierte en una razón de alarma frente al futuro del planeta. En el plano educativo, es común encontrar propuestas que promueven la conservación y la preservación de los recursos, que en algunos casos alimentan visiones teleológicas en los estudiantes (González-Galli, 2016).

La crisis ambiental desde lo resolutivo resultaría de la sumatoria de problemas diversos, relacionados con desequilibrios e inequidades que se concentran en los subsistemas biofísico y social. Así, la pérdida de la biodiversidad se representa como un desequilibrio en la naturaleza. En este sentido, el profesor Ángel-Maya (1996) establece que

La solución al problema ambiental no consiste en que la especie humana se acomode humildemente dentro de un nicho ecológico y colabore desde allí al equilibrio global. Tampoco se trata de renunciar al antropocentrismo, sino de entenderlo en su verdadero significado. El hombre tiene en este momento la responsabilidad del sistema total de la vida y no puede delegar esa responsabilidad. (1996, p. 67)

A nivel educativo, se prioriza el desarrollo secuencial de habilidades para la resolución de problemas, la indagación, la investigación y las actividades prácticas (Franco-Moreno *et al.*, 2017; Amórtegui-Cedeño *et al.*, 2017; Rivas-Aviléz *et al.*, 2017).

La corriente sistémica de la crisis ambiental se relaciona con la dificultad para entender la complejidad del sistema ambiental y las interacciones entre los subsistemas biofísico, social y cultural. La biodiversidad se presenta como una entidad independiente del sistema ambiental, generando una comprensión fragmentada de la realidad. Por su parte Leff (2007) sostiene que la complejidad ambiental

emerge y se manifiesta en un nuevo estadio de la relación entre lo real y lo simbólico: no se reduce a la “dialéctica” entre lo material y lo ideal que abre la coevolución entre naturaleza y cultura ni se inscribe dentro de las ciencias de la complejidad que se refieren al movimiento del mundo objetivo, ni al pensamiento de la complejidad como correspondencia con la complejidad fenoménica y como una dialéctica entre objeto y sujeto del conocimiento. (Leff, 2007, p. 2)

Desde el punto de vista educativo se prioriza el trabajo interdisciplinar, articulando propuestas que permiten el estudio de los componentes e interacciones del sistema ambiental.

La crisis ambiental desde lo científico-tecnológico se asocia con la dificultad para hallar soluciones “académicas” a determinadas problemáticas ambientales, entre ellas la pérdida de la biodiversidad. Una dificultad que enfrenta este enfoque consiste en invisibilizar otras formas de conocimiento que integran el ámbito ambiental (Leal-Urueña y Rojas-Mesa, 2017; Melo-Brito, 2017). El empoderamiento del campo ambiental por paradigmas oficiales que consideran al conocimiento científico y tecnológico como símbolos de la racionalidad occidental deja en evidencia la mirada ingenua con la cual se enfrentan las problemáticas que requieren el concurso de diferentes disciplinas y visiones de mundo. Desde esta perspectiva, se tiende a fortalecer el dominio, el control, el poder y la explotación infinita e ilimitada del hombre sobre la naturaleza. Era necesario entonces revisar los valores inmersos en estos sentidos, con el fin de meter “el dedo en la llaga” de la crisis ambiental que, hasta el momento, se le había

entregado a los ecólogos y a la naturaleza ecosistémica” (Noguera, 2006, p. 10). El enfoque educativo cercano a la metodología científica fomenta el planteamiento de problemas, la exploración del medio, la observación de fenómenos, la emisión de hipótesis y su verificación, los diseños experimentales y el desarrollo de estrategias enmarcadas en la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos (Massi y Linhares-Queiroz, 2019; Siso y Cuéllar, 2017).

La visión humanista de la crisis ambiental parte de la escisión entre el hombre y la naturaleza, la dicotomía alma/cuerpo y la crisis moral, con una hegemonía del logocentrismo frente a otras formas de conocimiento. Desde esta perspectiva, la biodiversidad se configura como un escaparate de especies. Al respecto, Noguera y Pineda (2009) subrayan que “la crisis de la Modernidad es la crisis del predominio de una visión dualista, de oposición entre hombre/naturaleza, sujeto/objeto, donde el hombre y la sociedad moderna dominan a la naturaleza, objetivándola, cuantificándola y explotándola sin límites” (Noguera y Pineda, 2009; p. 264). Desde lo educativo, la propuesta de proyectos de investigación que promuevan el estudio de los componentes biofísicos y socioculturales del ambiente se complementa con el estudio del territorio, el reconocimiento de las potencialidades de los grupos humanos y el diálogo de saberes, todo ello con alternativas viables de ambientalización curricular (Fuentes-Molina y González-Fragozo, 2016).

Los resultados del presente estudio invitan a los profesores en formación inicial y en ejercicio a reconocer el ámbito psicológico de las representaciones sociales, conciliando en un mismo crisol sentimientos, conocimientos, disposiciones, actitudes y acciones que activan aquellos marcos explicativos diversos con los cuales las personas piensan y hablan de la crisis ambiental, la naturaleza, el ambiente y la biodiversidad. La crisis ambiental como construcción social se configura desde el reconocimiento de la pluralidad epistemológica y metodológica que posiciona a los conocimientos locales como fuente de reflexiones e iniciativas, los cuales, si bien permiten entender el surgimiento de los riesgos globales y las amenazas a la vida, también fomentan el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, entre las que se encuentra la toma fundamentada de decisiones.

REFERENCIAS

- Abric, J. C. (1993). Central system, peripheral system: Their function and roles in the dynamic of social representations. *Papers on Social Representations*, 2(2), 75-78.
- Abric, J. C. (2001). *Prácticas sociales y representaciones*. Ediciones Coyoacán.
- Amórtegui-Cedeño, E., Gavidia-Catalán, V. y Mayoral, O. (2017). Las prácticas de campo en la enseñanza de la biología y la formación docente: Estado actual de conocimiento. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* [Número Extraordinario]. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4416>
- Ángel-Maya, A. (1996). *El reto de la vida. Ecosistema y cultura: una introducción al estudio del medio ambiente*. Ecofondo; Instituto de Estudios Ambientales (IDEA).
- Bauman, Z. (2005). *Modernidad líquida*. Fondo de Cultura Económica.
- Beck, U. (2000). The cosmopolitan perspective: Sociology of the second age of modernity. *The British Journal of Sociology*, 51(1), 79-105.
- Beck, U. (2009). *La sociedad del riesgo global*. Siglo XXI Editores.
- Buijs, A. E., Fischer, A., Rink, D. y Young, J. C. (2008): Looking beyond superficial knowledge gaps: Understanding public representations of biodiversity. *International Journal of Biodiversity Science & Management*, 4(2), 65-80.
- Eder, K. (1996). *The social construction of nature*. Sage Publications.
- Escobar, A. (2010). Ecologías políticas postconstructivistas. *Revista Sustentabiliad(es)*, 2. www.sustentabilidades.org/revista/publicacion-02/ecologias-politicaspostconstructivistas
- Fals Borda, O. (1993). Vigencia de utopías en América Latina. *Análisis Político*, 18, 45-54. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/anpol/article/view/75135>
- Franco-Moreno, R. A., Velasco-Vásquez, M. A. y Riveros-Toro, C. M. (2017). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Tendencias en revistas especializadas (2012-2016). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 41, 37-56. <https://doi.org/10.17227/01203916.6031>
- Fuentes-Molina, N. y González-Fragozo, H. (2016). Ambientalización del currículo universitario: Un reto de la ecopedagogía. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 40, 217-234. <https://doi.org/10.17227/01203916.6154>

- Fukuyama, F. (1989). The End of History?. *The National Interest* (16), 3–18.
- Galanes, L. (2006). Ética ecologista para una sociedad sin moral: Sobre la relación conflictiva entre el ecologismo y el liberalismo contractualista. *Portularia*, 6(2), 21-38.
- Gare, A. (1995). *Postmodernism and the environmental crisis*. Routledge.
- Gervais, M. C. (1997). *Social representations of nature: The case of the Braer oil spill in Shetland*. University of London.
- Giddens, A., Bauman, Z., Luhman, N. y Beck, U. (1996). *Las consecuencias perversas de la modernidad: Modernidad, contingencia y riesgo*. Anthropos.
- González-Galli, L. (2016). El problema de la teleología y la metáfora del diseño en biología: Cuestiones epistemológicas e implicancias didácticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 40, 149-173. <https://doi.org/10.17227/01203916.6151>
- González-Gaudiano, E. (2009). *Educación, medio ambiente y sustentabilidad*. Siglo XXI.
- Guerasimov, I. (1983). *La sociedad y el medio natural*. Editorial MIR.
- Guimelli, C. (2001). La función de enfermera: Prácticas y representaciones sociales. En J. C. Abric, *Prácticas sociales y representaciones* (pp. 75-96). Ediciones Coyoacán.
- Guimelli, C. (2003). Le modèle des schèmes cognitifs de base (scb). Méthodes et applications. En J. C. Abric (Ed.), *Méthodes d'étude des représentations sociales* (pp. 119-143). Editions Érès.
- Guimelli, C. y Rouquette, M. L. (1992). Analyse structurale des représentations sociales. *Bulletin de Psychologie*, 405(45), 196-202.
- Koricheva, J. y Siipi, H. (2004). The phenomenon of biodiversity. En M. Oksanen y J. Pietarinen (Eds.), *Philosophy and biodiversity* (pp. 27-53). Cambridge University Press.
- Leal-Urueña, L. y Rojas-Mesa, J. (2018). Ecología para la formación inicial de profesores a partir de los *affordances* de las TIC. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 44, 15-31. <https://doi.org/10.17227/01203916.6039>
- Leff, E. (2007). La complejidad ambiental. *Polis*, 16. <http://polis.revues.org/4605>
- Leff, E. (2008). Decrecimiento o deconstrucción de la economía: Hacia un mundo sustentable. *Polis. Revista de la Universidad Bolivariana de Chile*, 7 (21), 81-90.

- Leff, E. (2014). *La apuesta por la vida: Imaginación sociológica e imaginarios sociales en los territorios ambientales del sur*. Siglo XXI.
- Lipovetsky, G. (2000). *La era del vacío*. Anagrama.
- Liotard, J. F. (1994). *La condición posmoderna*. Cátedra.
- Maclaurin, J. y K. Sterelny. (2008). *What is biodiversity?* The University of Chicago Press.
- Massi, L. y Linhares-Queiroz, S. (2019). Aspectos de la naturaleza de la ciencia presentes en el discurso científico: investigando los efectos del sentido del lenguaje científico. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* 46), 101-121. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-8185>
- Meira, P. A. (2008). Crisis ambiental y globalización: Una lectura para educadores ambientales en un mundo insostenible. En E. González-Gaudiano (ed.), *Educación, medio ambiente y sustentabilidad* (pp. 53-73). Siglo XXI.
- Melo-Brito, N. (2017). Los puentes en la enseñanza de las ciencias: Un compromiso para comprender las investigaciones sobre las relaciones entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. *Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, 42, 43-61. <https://doi.org/10.17227/01203916.6962>
- Molina-Andrade, A. (2017). Algunas aproximaciones a una perspectiva intercultural: Entre discursos generales de la educación y específicos centrados en la naturaleza de lo que se quiere enseñar. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 42, 7-21. <https://doi.org/10.17227/01203916.6971>
- Moscovici, S. (1968). *Essai sur l'Histoire Humaine de la Nature*. Flammarion.
- Moscovici, S. (1979). *El psicoanálisis: Su imagen y su público*. Heumul.
- Noguera, A. P. (2004). *El reencantamiento del mundo*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/5963/2/9687913312.pdf>
- Noguera, P. (2006). *Pensamiento ambiental complejo y gestión del riesgo: Una propuesta epistémico-ético-estética*. Instituto de Estudios Ambientales y Universidad Nacional de Colombia. http://idea.manizales.unal.edu.co/sitios/gestion_riesgos/descargas/gestion/Propuestaepistemico.pdf
- Noguera, P. y Pineda, J. (2009). Filosofía ambiental y fenomenología: El paso del sujeto-objeto a la trama de la vida en clave de la

- pregunta por el habitar poético contemporáneo. *Acta Fenomenológica Latinoamericana*, vol. 3. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica* (CDB).
- Pérez, R. (2019). Concepciones de biodiversidad y prácticas de cuidado de la vida desde una perspectiva cultural: Reflexiones a propósito de la formación de profesores de biología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 45, 17-34. <https://doi.org/10.17227/ted.num45-9830>
- Pérez, R. y Porras, Y. (2005). La complejidad en el marco de una propuesta pluriparadigmática. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 17, 104-116.
- Pérez, M., Porras Y., y Guzmán, H. (2013). Representaciones sociales de la educación ambiental y del campus universitario: Una mirada de los docentes en formación de la UPN. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 34, 47-69.
- Porras, Y. (2014). La construcción social de la crisis ambiental: reflexiones sobre el cambio climático desde una perspectiva crítica. En Y. Porras et al., *Retos y oportunidades de la educación ambiental en el siglo XXI* (pp. 99-129). Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional.
- Porras, Y. (2015). Representaciones sociales sobre la crisis ambiental de profesores de química en formación inicial. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* 38, 37-55.
- Porras, Y. (2016). Representaciones sociales de la crisis ambiental en futuros profesores de química. *Ciência & Educação, Bauru*, 22(2), 431-449. <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n2/1516-7313-ciedu-22-02-0431.pdf>
- Porras, Y. (2017). *Formación de los jóvenes de Bogotá en el ámbito de la sostenibilidad desde una perspectiva local, en un marco colaborativo e intercultural* (tesis de doctorado), Universidad Nacional de Educación a Distancia (España).
- Porras-Contreras, Y. y Pérez-Mesa, M. (2019). Identidad ambiental: Múltiples perspectivas. *Revista Científica*, 34(1), 123-138.
- Porras-Contreras, Y. y Torres-Aranguren, J. (2019). El dopaje deportivo como cuestión socialmente viva: Una revisión bibliográfica. *Química Nova*, 42(8), 955-961.

- Porras, Y., Tuay, N. y Ladino, Y. (2020). Desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de educación media desde el enfoque de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (48), 143-161. <https://doi.org/10.17227/ted.num48-11486>
- Pujalte, A., Bonan, L., Porro, S. y Adúriz-Bravo, A. (2014). Las imágenes inadecuadas de ciencia y de científico como foco de la naturaleza de la ciencia: Estado del arte y cuestiones pendientes. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(3), 535-548. <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0535.pdf>
- Rivas-Aviléz, J., Amórtegui-Cedeño, E. F. y Mosquera, J. A. (2017). Estado del arte de los trabajos de grado realizados en el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana (2006-2015): Caracterización desde el conocimiento del profesor. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* [Número extraordinario]. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/ted/article/view/4475>
- Rouquette, M.-L. y Rateau, P. (1998). *Introduction à l'étude des représentations sociales*. PUG.
- Ruiz, J. y Coy, A. (2004). Esquemas cognitivos de base, contenido semántico y estructura de las representaciones sociales de la democracia. *Acta Colombiana de Psicología*, 12, 5-17.
- Siso, Z. y Cuéllar, L. (2017). Relaciones entre las concepciones de naturaleza de la ciencia y tecnología y de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de profesores de Química en ejercicio: Una primera aproximación al esquema conceptual del profesor. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 41, 17-36. <https://doi.org/10.17227/01203916.6030>
- Solbes, J. (2019). Cuestiones sociocientíficas y pensamiento crítico: Una propuesta para cuestionar las pseudociencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 46, 81-99. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-10541>
- Sztompka, P. (1984). The global crisis and the reflexiveness of the social system. *International Journal of Comparative Sociology*, 25(1-2), 45-58.
- Tashakkori, A. y C. Teddlie (Eds.). (2010). *The handbook of mixed methods in the social and behavioral sciences*. Sage.
- Toffler, A. (1981). *La tercera ola*. Edivisión.

- Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mas, M. A. (2019). La educación de ciencias en contexto: Aportaciones a la formación del profesorado. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 46, 15-37. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-10538>
- Veiga, L. y Roncaglia, D. (2020). Concepciones acerca de la tecnología de estudiantes nóveles de carreras científico-tecnológicas en Argentina. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 48, 111-125. <https://doi.org/10.17227/ted.num48-10933>
- Vergès, P. (1992). L'évocation de l'argent: une méthode pour la définition du noyau central de la représentation. *Bulletin de Psychologie*, 45, 405, 203-209.
- Wagoner, B. (2015). Collective remembering as a process of social representation. En G. Sammut, E. Andreouli, G. Gaskelly y J. Valsiner, (Eds.), *The Cambridge handbook of social representations* (pp. 143-162). Cambridge University Press.

Políticas en biodiversidad. Implicaciones y retos educativo

Édgar Orlay Valbuena Ussa

Al principio pensé que estaba luchando por salvar el caucho, árboles,
entonces pensé que estaba luchando para salvar la selva amazónica.
Ahora me doy cuenta de que estoy luchando por la humanidad.

CHICO MENDES

INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta elementos de análisis que pretenden aportar a la comprensión de la configuración de la noción de biodiversidad (BD) desde la perspectiva de las políticas. Esto, a partir de la revisión de materiales correspondientes a directrices y normas sobre la biodiversidad en los niveles mundial y nacional, las cuales han incidido en las maneras de entender la BD, de acceder a ella, de protegerla, de conocerla, de valorarla y de utilizarla. Asimismo, expone elementos de discusión de las implicaciones y retos que conlleva articular desde una perspectiva crítica el compo

político-económico de la BD en la formación de profesores y en sus prácticas pedagógicas y didácticas.

LA POLÍTICA Y LA ECONOMÍA EN LA BD. ABORDAJE DESDE LA PERSPECTIVA MULTIDIMENSIONAL

La BD es un asunto relevante para la humanidad y para la vida misma, por múltiples razones. Por lo que significa para el humano relacionarse con lo vivo, en la medida en que esto implica comprender el fenómeno viviente; admirar y contemplar las variadas formas y estructuras de los organismos; establecer relaciones de sensibilidad y espiritualidad con lo vivo; explicar su organización y funcionamiento; buscar argumentos explicativos sobre su existencia y mantenimiento; obtener los productos derivados de su funcionamiento y aprovecharlos para sobrevivir o, en otros casos, para lucrarse económicamente, entre otros aspectos. Las distintas maneras en las que el hombre se relaciona con la diversidad de la vida han llevado a la construcción de diferentes representaciones, acciones, concepciones, saberes y conocimientos al respecto, tomando como criterios las lógicas propias de las distintas culturas, incluidas las de los diversos grupos étnicos, los campesinos, los ciudadanos, los científicos, los tecnólogos, los profesores y demás actores de la sociedad. En el caso particular de los gobernantes y los grupos económicos, estos inciden potentemente en la manera como la humanidad se relaciona con la BD; los primeros tienen la potestad y el poder de regular el acceso a la BD, de protegerla desde la formulación de políticas públicas; los segundos, por su parte, interactúan con la BD para beneficio financiero, no siempre desde una perspectiva de conservación, con el poder a su vez de incidir en la formulación de las políticas en BD.

A partir de los desarrollos del grupo Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, en su investigación “La biodiversidad como problema de conocimiento”,¹ se ha planteado que la BD es un constructo que no se deriva exclusivamente de las producciones científicas

1. Investigación financiada por la Subdirección de Gestión de Proyectos –CIUP– de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia), en tres fases: “La biodiversidad como problema de conocimiento. Análisis documental sobre las características epistemológicas de la “biodiversidad” e implicaciones para la formación de profesores” (fase I), “La biodiversidad como problema de conocimiento. Dimensión educativa en el ámbito nacional” (fase II) y “La biodiversidad como problema de conocimiento. Diseño de propuestas curriculares sobre educación en biodiversidad en dos programas de formación de profesores” (Fase III).

cas de la biología, sino que se configura desde diferentes dimensiones, acuñando así la propuesta de la multidimensionalidad de la BD. Sin negar la importancia del conocimiento biológico en la comprensión de los fenómenos que han dado origen a la diversidad de los seres vivos, así como en las explicaciones referentes a la estructura y función biológica de dicha diversidad, existen otros conocimientos y saberes referentes a la BD. Así, Castro *et al.* (2018a, 2018b, 2021) —como producto de la revisión documental en fuentes nacionales y mundiales de los campos de la biología, la antropología, la filosofía y la educación— han establecido categorías epistemológicas, ontológicas, filosóficas, sociológicas y educativas sobre la BD, proponiendo que dicho constructo se ha venido configurando desde diferentes dimensiones, describiendo particularmente las siguientes: biológica, filosófica, económico-política, sociocultural y educativa. En su investigación, además, han analizado las implicaciones de la perspectiva multidimensional de la BD en la formación de docentes, tomando como referentes cuatro programas de formación de profesores en Colombia (tres de licenciatura en Biología² y uno de Ciclo Complementario de una normal superior). Han encontrado que predomina la dimensión biológica, con énfasis en la perspectiva taxonómica; en lo que atañe a la dimensión económico-política es tendencia la debilidad en el establecimiento de relaciones entre las políticas y la conservación de la BD (López *et al.*, 2019; Castro *et al.*, V2021). Asimismo, en el marco de la investigación citada, se han desarrollado proyectos pedagógicos y diseñado materiales didácticos para la enseñanza de la BD desde la perspectiva multidimensional, lo que pone de relieve la necesidad de establecer relaciones entre las políticas en BD y el conocimiento sobre esta, uso responsable y su conservación (Borras, 2019; Camargo, 2018; Camargo y Valbuena, 2018; López y Castro, 2019; Rincón *et al.*, 2019; Rincón y Roa, 2020; Solano, 2019, 2020).

En lo concerniente a la dimensión económico-política, el grupo de investigación antes mencionado plantea que la noción de DB posee fuertes raíces en las orientaciones y discusiones de instancias mundiales frente a la diversidad biológica en conferencias, cumbres y convenciones, las cuales han derivado en decisiones materializadas en directrices y normas de orden político y económico, asociadas a

2. En el contexto de educación superior colombiano, los programas de Licenciatura corresponden a programas de formación de profesores.

la necesidad de conocer, conservar y usar de manera sostenible la diversidad biológica, fundamentalmente —cabe resaltar— para el beneficio de la especie humana (Castro *et al.*, 2021).

La mayor parte de la población humana se encuentra concentrada en las grandes urbes, predominando en esta, referentes de consumismo y una limitada conexión con la naturaleza, y consecuentemente relacionándose con la BD, de manera preponderante, mediante dispositivos como los medios masivos de la comunicación y la escuela; en contraste otras culturas como las étnicas y las campesinas han construido nociones de la BD a partir de los saberes ancestrales (por ejemplo, de los mitos de origen) y de las representaciones sociales propias de esas culturas. En ese sentido, buena parte de los referentes de la BD, derivan de la cultura contemporánea en la que predominan referentes asociados a aprovechar la naturaleza, vista como recurso principalmente, desde una perspectiva antropocéntrica.

La dimensión económico-política ha llevado a incluir en la BD elementos relacionados con “los valores, la importancia, la pertenencia, el acceso, el uso, y la conservación de la misma; así como a los deberes y derechos del hombre respecto a ésta” (Castro *et al.*, 2021, p. 140). En este sentido, en los siguientes apartados se ponen de manifiesto elementos de discusión en torno a las orientaciones y la toma de decisiones, desde el punto de vista político, en los ámbitos nacional y mundial, que inciden en las maneras en que la especie humana comprende la BD y se relaciona con ella.

APROXIMACIÓN A LOS ESCENARIOS MUNDIALES Y LAS POLÍTICAS INTERNACIONALES EN BD

La formulación de las políticas en BD se asocia con las preocupaciones en el nivel internacional, frente a los problemas ambientales que conllevan a la afectación de la naturaleza, asumida esta principalmente como recursos naturales. Es así como, especialmente desde la década de los años sesenta del siglo anterior se vienen gestando organizaciones mundiales oficiales y privadas, ocupadas de la identificación y documentación de problemáticas asociadas con el deterioro ambiental (fundamentalmente causadas por acciones antrópicas,) así como de la búsqueda de alternativas de solución, las cuales se vienen decantando en documentos, acuerdos, lineamientos y compromisos, algunos con mayor incidencia en la concreción de políticas mundiales, tal es el

caso del Convenio de la Diversidad Biológica de 1992 (Organización de las Naciones Unidas [ONU],1992).

Sin el ánimo de citar todas las organizaciones mundiales, conferencias, convenciones y hechos internacionales vinculados al abordaje de problemas ambientales que afectan la BD, a continuación se mencionan los que han tenido mayor relevancia.

Especialmente desde mediados del siglo xx, organizaciones de distinta naturaleza (colectivos de investigación, ambientalistas, organizaciones no gubernamentales [ONG], conferencias internacionales, convenciones y tratados mundiales, redes de cooperación) en el nivel internacional, frente a las preocupaciones asociadas con el deterioro de la naturaleza (incluida la afectación de la biodiversidad) fundamentalmente por causas antrópicas, han venido desarrollando acciones tendientes a contribuir a la solución a las problemáticas ambientales, incluidas las referentes a la pérdida de la biodiversidad.

En la tabla 1 se sintetiza la información básica de algunas de dichas organizaciones internacionales. Como se puede apreciar, su naturaleza varía: algunas son redes medioambientales, otras corresponden a fondos de cooperación, otras constituyen conferencias, convenciones y tratados, otras son sociedades científicas, otras se configuran como programas y/o redes internacionales de cooperación, mientras que otras son ONG, federaciones, asociaciones. En dichas organizaciones aportan tanto el sector oficial como el privado.

El común interés de estas organizaciones es promover acciones con el propósito de contribuir al conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la naturaleza y la biodiversidad, en la mayoría de los casos, desde la perspectiva de la conservación y el uso sostenible para el beneficio de la especie humana.

Así como la naturaleza de estas organizaciones es diversa, también lo son las iniciativas y acciones que emprenden, entre otras se destacan: la producción y compilación de prácticas y estrategias de conservación, la restauración de ecosistemas, el desarrollo y la aplicación de políticas de conservación, el monitoreo y la regulación de comercio de especies silvestres, la conservación de reservas naturales, la realización de investigaciones sobre el estado de conservación de la biodiversidad, el desarrollo de programas y actividades para el cumplimiento de las metas internacionales de conservación, la real-

ización de campañas para la conservación, el fomento de inversión pública y privada para el conocimiento y la conservación de la biodiversidad, la incidencia en las decisiones económicas asociadas a la conservación, organización y financiación de eventos académicos que aporten al conocimiento y la conservación de la biodiversidad, la divulgación y otras actividades educativas respecto a la biodiversidad (investigaciones, programas, proyectos, estrategias de conservación), publicación de materiales de divulgación y de investigación.

Tabla 1. *Organizaciones mundiales relacionadas con el conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la naturaleza y de la biodiversidad.*

Organización	Naturaleza	Líneas de trabajo	Algunas iniciativas y acciones	Actores asociados (organizaciones vinculadas/perfil de integrantes)
Unidad Internacional para la Protección de la Naturaleza -IUCN-(creada en 1948)	Red medioambiental internacional. Articula desarrollos científicos con saberes de comunidades indígenas y locales.	Desarrollo sostenible. Supervivencia de las especies. Conservación y valoración de la naturaleza. Derecho ambiental. Áreas protegidas. Gobernanza efectiva y equitativa de los recursos naturales. Políticas, económicas, ambientales y sociales. Educación y comunicación.	Producción y compilación de prácticas y estrategias de conservación. Restauración de ecosistemas. <i>Incidencia en políticas internacionales, nacionales y locales para la conservación de los recursos naturales.*</i> Red de monitoreo del comercio de vida silvestre. Acciones asociadas a compromisos internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, las Metas de Aichi y el Acuerdo de París. Configuración de la lista roja de especies. Investigación. Servicios de consulta. Elaboración periódico de informes del estado de la vida silvestre y su relación con la presión humana (Informe Planeta Vivo) como indicador de la salud de los ecosistemas. Formulación de la iniciativa “revertir la curva”, con miras a restaurar la biodiversidad. Red de monitoreo del comercio de vida silvestre. Desarrollo de campañas para la conservación.	Más de 1300 organizaciones miembro. Instituciones científicas Instituciones académicas Agencias de desarrollo económico. Estados soberanos. Agencias gubernamentales. Organizaciones de la sociedad civil. ONG. Pueblos indígenas / Científicos. Indígenas. Especialistas en economía y política.
Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund -wwf, -creada en 1961)	Organización no gubernamental internacional ecologista para la conservación de la naturaleza.	Protección y conservación del ambiente. Conservación de la biodiversidad. Uso sostenible de los recursos naturales. Cambio climático. Reducción de la contaminación y del consumo desmedido. Desarrollo de políticas ambientales. Educación.		Más de cinco millones de socios (incluidos: la ONU, la UICN, la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, el Banco Mundial) /Científicos, ambientalistas activistas.

Organización	Naturaleza	Líneas de trabajo	Algunas iniciativas y acciones	Actores asociados (organizaciones vinculadas/perfil de integrantes)
Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional- Convención de Ramsar (primera convención en 1971)	Tratado intergubernamental mundial.	Conservación y uso racional de los humedales.	Designación y conservación de humedales de importancia internacional por servicios y beneficios que representan (sitios Ramsar). <i>Promoción de políticas del uso de la tierra en relación con los humedales</i> Fomento de inversión pública y privada para atenuar la pérdida y degradación de los humedales.	Partes contratantes (países miembro)
Conservación internacional (CI) (fundada/ creada en 1987)	Sociedad científica y organización medioambiental internacional sin ánimo de lucro	Protección de la naturaleza. Protección de la biodiversidad. Protección de ecosistemas marinos. Conexión bienestar entre humanos y ecosistemas. Prevención de la catástrofe climática.	Incidencia en decisiones económicas en el mundo. Protección de bosques. Acompañamiento a pueblos indígenas. Protección de océanos (innovación en métodos de pesca sostenible). Recaudo y administración de donaciones internacionales.	Organizaciones científicas. Gobiernos. Universidades. ONG) Organizaciones de pueblos indígenas. / Científicos. Especialistas en política. Conservacionistas.
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites) (creada en 1973)	Programa de cooperación internacional.	Protección de la vida silvestre en relación con su comercio.	<i>Acompañamiento en formulación y aplicación de políticas de comercio de especies silvestres.</i>	Estados contratantes. / Especialistas en política.

Organización	Naturaleza	Líneas de trabajo	Algunas iniciativas y acciones	Actores asociados (organizaciones vinculadas/perfil de integrantes)
-Trade Records Analysis of Fauna and Flora in Commerce (Traffic) (creada en 1976 por la UICN y la WWF)	Red internacional con oficinas en todo el mundo.	Protección de la vida silvestre: monitoreo del comercio de fauna y flora silvestre.	Red de monitoreo del comercio de vida silvestre. Organización de eventos académicos sobre comercio de especies silvestres. Divulgación de problemáticas asociadas al comercio de vida silvestre y de acciones de Traffic frente a dichas dificultades. Algunas investigaciones sobre comercio de vida silvestre y su impacto en las poblaciones de las especies objeto de comercialización. Estudios de mercado de especies silvestres. <i>Apoyo en el desarrollo y aplicación de políticas sobre comercio de vida silvestre</i>	Autoridades de gobierno, administradores de recursos naturales, practicantes de la medicina tradicional y la industria. / Científicos. Especialistas en política. Especialistas en comercio.
ONG Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente -PNUMA- UNEP (por sus siglas en inglés) (creado en 1972)	Programa de la ONU	Uso racional y desarrollo sostenible del medio ambiente. Gobernanza ambiental. Gestión de ecosistemas. Implementación de políticas y prácticas ecológicamente racionales. Educación.	<i>Desarrollo y aplicación de políticas (principios y directrices multilaterales) asociadas al derecho del medio ambiente con alcance mundial: desarrollo normativo y de plataformas intergubernamentales. Encuentros mundiales sobre derecho ambiental. Acompañamiento en definición y aplicación de derecho y convenios ambiental a los Estados miembro. Publicación de material sobre trabajos realizados por el programa.</i>	Estados miembro de la ONU / Especialistas en derecho ambiental y en economía, científicos.

Organización	Naturaleza	Líneas de trabajo	Algunas iniciativas y acciones	Actores asociados (organizaciones vinculadas/perfil de integrantes)
Greenpeace (creado en 1971) Watch Institute *BirdLife International (fundada en 1922) PlantLife International (fundado en 1989)	ONG Federaciones. Asociaciones.	Conocimiento y conservación de la biodiversidad. Activismo ambiental y ecológico.	Campañas de conservación de la biodiversidad. Investigaciones sobre el estado de la biodiversidad. <i>Presión social para favorecer políticas de conservación y sostenibilidad.</i> Publicaciones sobre estado y conservación de la biodiversidad. Divulgación de material sobre conservación de la biodiversidad. Iniciativas de educación ambiental (campamentos y cursos de verano, red de jóvenes, proyectos de consumo responsable).	Representantes en diferentes países del mundo. / Científicos, activistas ambientales.

* *En cursiva se destacan las iniciativas y acciones referentes a políticas internacionales en biodiversidad.*

Fuente: *elaboración propia, a partir de Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (1973), Rivera et al. (2000), Secretaría de la Convención de Ramsar (2010), PlantLife (2010) Chamorro (2012), BirdLife International (2018), Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (2018); Conservación Internacional (2019); Fondo Mundial para la Naturaleza (2020), Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2010, 2021)*

Seguidamente, se presentan algunos elementos y acciones relacionadas con la incidencia de las organizaciones internacionales en el desarrollo y la implementación de políticas vinculantes al conocimiento, conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

El Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund [wwf]), organización global creada en 1961, ocupa sus esfuerzos en la conservación de los ecosistemas prioritarios, la fauna, la flora y el desarrollo sostenible. En su tradición de cerca de seis décadas, con

presencia en cien países, presenta desarrollos en los ámbitos de la investigación (por ejemplo de tamaño poblacional, estado, ecología y distribución de especies y amenazas del hábitat), la gestión (recaudo e inversión de fondos económicos para la conservación de la BD *in situ*, en iniciativas tales como la constitución de áreas protegidas, programas y planes de manejo sostenible de recursos naturales —por ejemplo de pesca—), el activismo ambiental y la política (por ejemplo, participó activamente en la formulación del Convenio sobre la Diversidad Biológica en 1992), mediante la implementación de proyectos conservacionistas y de estrategias globales para la conservación de la BD y la disminución de la huella ecológica humana.

En 1975 se creó la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (Cites), suscrita por varios países. Dicha organización traza marcos legales de obligatorio cumplimiento entre las partes firmantes. Derivada de dicha convención, en 1976 se creó la ONGTraffic (Red de Monitoreo del Comercio de Vida Silvestre), como parte de una alianza estratégica con el WWF y con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Dicha organización se ha mantenido vigente por más de cuatro décadas, con oficinas en todos los continentes, desarrollando investigaciones y acciones (entre ellas, revisión de reglamentaciones y leyes de vida silvestre, implementación de estrategias para controlar el tráfico de productos de vida silvestre, contribución en la formulación de políticas, producción de publicaciones³) cuyo objeto es el conocimiento y la lucha contra la afectación de la BD causada por la comercialización y el contrabando de plantas o animales vivos de especies silvestres, o de sus partes (por ejemplo: pieles de reptiles, cuernos de rinoceronte, colmillos de elefante, huesos de tigre, madera de agar, carne de animales silvestres). Esta organización pretende gestionar de manera sostenible el comercio de la vida silvestre en pos de la conservación de las especies y los hábitats silvestres.

La Cites (firmada en Washington el 3 de marzo de 1973, enmendada en Bonn, el 22 de junio de 1979 y, una vez más, en Gaborone, el 30 de abril de 1983) es un acuerdo (inicialmente suscrito por 80 Estados y actualmente por 183 partes) que busca proteger la fauna y flora silvestre, mediante la regulación del comercio internacional

3. Se destaca la publicación periódica *Traffic Bulletin*, con más de treinta volúmenes.

de especies silvestres para su operatividad mediante una secretaría técnica provista por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Así, instancias como Traffic y el secretariado de la Cites, desarrollan de manera colaborativa programas orientados a la regulación del comercio de plantas y animales silvestres, evitando que dicho comercio constituya una amenaza a las correspondientes especies (Rivera *et al.*, 2000).

El programa Traffic apoya el desarrollo y aplicación de políticas orientadas a la prevención de la afectación de la biodiversidad de especies vegetales y animales silvestres por cuenta de su comercio, propendiendo porque dicha comercialización sea sostenible y legal. Algunos de los referentes de dicho programa corresponden a los elementos de análisis y regulación como el uso y conservación de especies medicinales, así como el análisis de la legislación sobre la recolección, uso y comercio de dichas especies (Rivera *et al.*, 2000). En el mismo sentido, la Cites propende por la regulación del comercio de la vida silvestre, así en segundo artículo de la convención se establece que

... el comercio en especímenes de estas especies deberá estar sujeto a una reglamentación particularmente estricta a fin de no poner en peligro aún mayor su supervivencia y se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales [...] todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia. (Cites, 1973, p. 2)

Es decir, se reglamenta para las partes firmantes el comercio de especímenes, permitido solo para el caso de las especies que sean incluidas en los apéndices de la convención (la normativa también estipula algunas excepciones).

Para continuar ilustrando el rol de las organizaciones internacionales respecto a las políticas en biodiversidad, cabe mencionar el caso del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA-UNEP, que desarrolló en el 2012 el Primer Congreso Mundial de Justicia, Gobernanza y Derecho para la Sostenibilidad Ambiental,

proyectando el apoyo a Gobiernos nacionales de los Estados miembro en la formulación y aplicación de derecho del medio ambiente. Como parte del trabajo referente a los derechos ambientales el PNUMA-UNEP, aborda problemas tales como la gobernanza ambiental en los niveles internacional y regional; la gestión de ecosistemas; la afectación de la biodiversidad por el cambio climático (PNUMA-UNEP, 2010); el aumento de enfermedades zoonóticas asociado a la destrucción de espacios silvestres; relaciones entre la pérdida de la biodiversidad y la afectación del valor nutricional de los alimentos, y la reducción en el alcance y la eficiencia de los medicamentos debido a la pérdida de especies vegetales medicinales (PNUMA-UNEP, 2021).

En el ámbito internacional, es innegable la relevancia que reviste el *Convenio sobre Diversidad Biológica*, suscrito en Río de Janeiro en 1992. Los países signatarios de dicho convenio acuerdan compromisos destinados a

[...] la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.

Dicho convenio estableció los pilares de la política global en BD, y a partir de él se concretaron acciones internacionales y en todos los países.

Como parte de los compromisos establecidos en el *Convenio sobre la Diversidad Biológica* (ONU, 1992), concretamente en lo relativo a la elaboración de un instrumento internacional jurídicamente vinculante que atienda al asunto de la seguridad de la biotecnología, en 1995, durante la segunda reunión de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica, se estableció el grupo de composición abierta sobre seguridad de la biotecnología, al cual se le delegó la elaboración de una propuesta de protocolo al respecto. Tras años de negociación se conformó y adoptó en Montreal (29 de enero del 2000), en la reunión extraordinaria de la Conferencia de las Partes, el protocolo conocido como Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Veinte años después de las Convenciones de Río 1992 (Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación), se suscribió en la misma ciudad la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, Río+20. Parcialmente, dicha Conferencia establece cómo incorporar en los objetivos de desarrollo sostenible, las obligaciones del Convenio sobre Diversidad Biológica. Específicamente en el 2010, las partes en el Convenio adoptaron el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 como marco de acción decenal para salvaguardar la diversidad biológica y los beneficios asociados. Como parte de este plan estratégico se adoptaron veinte metas, conocidas como las Metas de Aichi para la *DB* (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2012).

EL LUGAR DE LA *BD* EN LAS POLÍTICAS COLOMBIANAS

En el nivel nacional, en la Constitución Política de 1991 se explicita un reconocimiento de la importancia de los recursos naturales y el medio ambiente, y se establece como obligación del Estado y de los ciudadanos proteger las riquezas naturales del país, y como derecho disfrutar de un ambiente sano. Así, en Colombia las políticas de *BD* surgieron de manera articulada con las políticas ambientales, tal como se evidencia en la Ley 99 de 1993, mediante la cual se constituyó el Sistema Nacional Ambiental, y el Ministerio del Medio Ambiente

como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir, en los términos de la presente Ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible. (Artículo 2)

El enfoque que subyace a la ley recién citada corresponde al desarrollo sostenible, consolidado como tendencia mundial a partir de lo establecido en el Convenio de Diversidad Biológica de 1992. Cabe señalar que la Ley 99 de 1993 hace poca referencia explícita a la

BD, en contraste, es recurrente su alusión a los recursos, tanto naturales como genéticos y naturales renovables; no obstante, estos no se definen. Esto, por una parte, sugiere asumir la naturaleza como un recurso, y por otro se presta a tratar indistintamente los recursos naturales y los recursos naturales renovables.

En 1996 se diseñó la Política Nacional de Biodiversidad (PNB), tendiente a conservar y valorar la BD. Posteriormente, el Ministerio de Medio Ambiente se articuló con otras dos instancias, para conformar el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el cual mediante Ley 1444 del 2011 se transformó en el actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Otro hito colombiano, el más contemporáneo, corresponde a la formulación de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

REFERENTES DE LA BD QUE SUBYACEN A LAS POLÍTICAS

En el Convenio sobre la Diversidad Biológica (ONU, 1992) se entiende como

la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. (Pp. 3, 4)

Aunque esta definición pone acento en lo biológico, a lo largo del documento subyace un énfasis en la relación hombre-BD, lo cual se refleja en la importancia de conservarla y utilizarla para beneficio de las generaciones actuales y futuras, en la perspectiva del desarrollo sostenible. Así, en el preámbulo se explicita que

La conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica tienen importancia crítica para satisfacer las necesidades alimentarias, de salud y de otra naturaleza de la población mundial en crecimiento, para lo que son esenciales el acceso a los recursos genéticos y a las tecnologías.

Y en los objetivos: “la utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes”.

En consecuencia, se puede interpretar un enfoque antropocéntrico, en el que se asume la BD como un recurso; así en el texto del Convenio se hace referencia a “recursos biológicos”, “recursos genéticos”, “recursos” y “recursos naturales”.

En la década de 1990, en consonancia con los parámetros de la Convención de Diversidad Biológica de 1992, en Colombia se puso el acento en la perspectiva del desarrollo sostenible. Así, en los objetivos del Ministerio del Medio Ambiente (Ley 99 de 1993) se destacan los criterios del respeto y la armonía del hombre con la naturaleza, al igual que la definición de políticas y regulaciones para la recuperación, la conservación, la protección, el ordenamiento, el manejo, el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y del medio ambiente para asegurar el desarrollo sostenible. Pese a que en la normatividad poco se explicita el término BD, este subyace a las acepciones *recursos naturales* y *medio ambiente*; también se hace referencia a las especies silvestres como patrimonio nacional, de interés de la humanidad (véase, por ejemplo, el artículo 1 de la Ley 99 de 1993). En ese sentido, una de las funciones del Ministerio del Medio Ambiente es

Coordinar, promover y orientar las acciones de investigación sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables, establecer el Sistema de Información Ambiental, y organizar el inventario de la biodiversidad y de los recursos genéticos nacionales; promover la investigación de modelos alternativos de desarrollo sostenible. (Artículo 5 de la Ley 99 de 1993)

En la PNGIBSE predomina la perspectiva antropocéntrica de la BD, por cuanto se ponen de relieve los beneficios que obtiene el hombre de esta, entendida como

un sistema, territorialmente explícito, que se caracteriza no solo por tener estructura, composición (expresada en los diversos arreglos de los niveles de organización de la biodiversidad, desde los genes

hasta los ecosistemas) y un funcionamiento entre estos niveles sino que también tiene una relación estrecha e interdependiente con los sistemas humanos a través de un conjunto de procesos ecológicos que son percibidos como beneficios (servicios ecosistémicos) para el desarrollo de los diferentes sistemas culturales humanos en todas sus dimensiones (político, social, económico, tecnológico, simbólico, mítico y religioso). Este sistema interactúa y se mantiene en funcionamiento gracias a la existencia de la energía del sol, el ciclo global del agua y los ciclos geoquímicos, los cuales interactúan con la vida, produciendo la complejidad de relaciones y expresiones que constituyen la biodiversidad. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012, p. 27)

LOS VALORES DE LA BD EN EL MARCO DE LAS POLÍTICAS NACIONALES Y MUNDIALES

En la Cites se reconoce el “creciente valor de la fauna y flora silvestres desde los puntos de vista estético, científico, cultural, recreativo y económico” (p. 1). Por su parte, en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (ONU, 1992), se hace referencia a la variada importancia de la BD, con predominio de la perspectiva recursista, según se aprecia en varios apartados del documento.

En el ámbito colombiano, prioritariamente se le asigna un valor recursista a la BD, como se puede comprobar a lo largo del articulado de la Ley 99 de 1993, donde se estipula como función del Ministerio del Medio Ambiente asegurar el desarrollo sostenible:

... definir, en los términos de la presente ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

En el artículo 3, al definir el desarrollo sostenible, se alude a los recursos naturales renovables.

En la PNGIBSE (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012), es evidente que un valor relevante asignado, corresponde al bienestar y la calidad de vida del hombre, asociados a la BD (relación con la salud, el desarrollo humano, su seguridad y cultura). Estos beneficios han sido denominados servicios ecosistémicos y están

supeditados a garantizar el mantenimiento de la estructura y el funcionamiento de la BD (p. 7). Dichos servicios se clasifican en tres categorías (véase la tabla 2).

Tabla 2. *Servicios ecosistémicos*

Tipo de servicio ecosistémico	Servicio ecosistémico
<p><i>De aprovisionamiento</i> “Constituidos por el conjunto de bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas como alimentos, fibras, maderas, leña, agua, suelo, recursos genéticos, pieles, mascotas, entre otros (MEA 2005).” (p. 31)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Alimentos. -Productos forestales maderables. -Productos forestales no maderables. -Pieles, carne y fauna ornamental; recursos genéticos. -Ingredientes naturales, plantas medicinales, productos farmacéuticos y productos cosméticos. -Agua.
<p><i>De regulación y soporte</i> “Los servicios de regulación son los beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la purificación del agua (MEA 2005). [...] los de soporte son servicios y procesos ecológicos necesarios para el aprovisionamiento y la existencia de los demás servicios ecosistémicos. Estos servicios se evidencian a escalas de tiempo y espacio mucho más amplias que los demás, ya que incluyen procesos como la producción primaria, la formación del suelo, la provisión de hábitat para especies, el ciclado de nutrientes, entre otros (MEA 2005).” (p. 34)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Regulación hídrica. -Almacenamiento y captura de carbono.
<p><i>Culturales.</i> “Son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, belleza escénica, inspiración artística e intelectual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas (MEA 2005)” (p.35)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Contexto ecosistémico al desarrollo cultural étnico. -Recreación y turismo.

Fuente: elaboración propia, a partir de Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012)

Esta valoración de la BD, prioritariamente es de carácter antropocéntrico, es decir, supedita su importancia a la satisfacción de las necesidades humanas, subvalorando (o incluso, ignorando) el valor intrínseco, que *per se* tiene la BD para la naturaleza y la biosfera, independientemente de la existencia del hombre.

DEBERES, DERECHOS E INTERESES EN LA BD

Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (ONU), los Estados tienen derechos sobre sus recursos naturales, y potestad para regular el acceso a los recursos genéticos mediante legislación nacional, existiendo la posibilidad de que cada Parte Contratante cree las condiciones para facilitar a otras Partes Contratantes el acceso a dichos recursos para utilizaciones ambientalmente adecuadas (artículo 15). El mismo convenio, en el preámbulo, establece que los Estados tienen derechos soberanos sobre sus propios recursos biológicos.

De acuerdo con la normatividad colombiana, la BD del país es considerada como patrimonio nacional y de interés de la humanidad (segundo principio de la política ambiental, Ley 99 de 1993) y deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible (segundo principio). En la misma ley se ratifica el carácter de patrimonio.

Desde la creación del Ministerio del Medio Ambiente en 1993 y del establecimiento de la política ambiental nacional, se observa un claro interés económico en la BD. Así, el primer principio de dicha política es: “el proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo” desde la perspectiva de desarrollo sostenible, el cual se define como

... el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades. (Ley 99 de 1993, artículo 3)

Según el segundo principio de la política ambiental, la BD del país deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma

sostenible (segundo principio de la política ambiental, Ley 99 de 1993), lo cual implica un compromiso tanto del Estado como de los ciudadanos, tal y como se explicita en los principios 7 y 10, respectivamente, de la citada política:

El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.

[...]

La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.

Frente a la crisis ambiental y la crisis de la biodiversidad, si bien es importante diseñar políticas que favorezcan el conocimiento, la valoración, el cuidado y el uso responsable y ético de la biodiversidad, no es suficiente. Se requiere, además, formar sujetos críticos, con capacidad para tomar decisiones comprometidas desde sus acciones y ante las acciones y decisiones de otros. Es decir, es menester la formación de sujetos políticos frente a la naturaleza, incluida en esta la biodiversidad; urge la formación de sujetos conocedores, críticos y propositivos frente a las políticas internacionales y de Estado que puedan llegar a afectar la biodiversidad; sujetos que hagan respetar los derechos ambientales y que actúen como veedores del cumplimiento de los deberes ambientales. La naturaleza, la biodiversidad y la biocultura en Colombia han sido víctimas de los abusos de poder, de la ignorancia de políticos sobre el valor de la naturaleza y la biodiversidad, de la violación de los derechos ambientales y de la corrupción que por el lucro particular afectan la naturaleza. Por mencionar algunos ejemplos de decisiones políticas que ponen en riesgo la biodiversidad colombiana: la asignación de licencias ambientales para la construcción de hidroeléctricas y la explotación minera, la búsqueda de aprobación de aspersión con glifosato, la búsqueda de explotación de petróleo mediante técnicas de fracturamiento hidráulico (*fracking*).

Desde lo ideológico y pedagógico, la perspectiva crítica constituye una alternativa para la formación política recién citada. Al respecto, son pertinentes los planteamientos de la ecología política latinoamericana; de acuerdo con Alimonda (2020), surgen nuevos sujetos ecopolíticos, con claros posicionamientos críticos frente a situaciones como el consumismo, y a la necesidad de proteger los ambientes naturales. Así, perspectivas de la pedagogía crítica freiriana (Freire, 1970) y la ecología política (Alimonda, 2020) resultan pertinentes para contribuir a la formación de sujetos políticos en materia de asuntos ambientales y de la biodiversidad colombiana, en lo que corresponde a la valoración de la biodiversidad como un componente del patrimonio y la constitución de territorio, a la manera como algunos se apropian de la naturaleza y la explotan de manera violenta, a las acciones responsables y éticas tanto de los otros como de sí, en lo que compromete a la naturaleza y la biodiversidad.

Es relevante entender que la política no se reduce a las normas y leyes en el marco del derecho. Si bien buena parte de la política se concreta en leyes y normas, el fondo de esta radica en la constitución de sujetos que toman decisiones con criterios argumentados en los que prevalece el bienestar común (entiéndase: no circunscrito al bienestar de la especie humana). En ese sentido, en el campo educativo es necesario superar el reduccionismo normativo de la política, e incidir en la configuración de sujetos que de manera fundamentada y argumentada toman decisiones, para el caso que nos ocupa sustentadas en:

- La comprensión y sensibilidad frente a los valores de la biodiversidad. Deben ocupar un lugar destacado los valores intrínsecos, para superar la visión antropocéntrica en términos de conocer, conservar y utilizar la biodiversidad para el bienestar de los humanos.
- La comprensión de las diferentes implicaciones de la biodiversidad (en sus dimensiones biológica, filosófica, sociocultural, económico-política y educativa [Castro *et al.*, 2021]).
- La posición crítica frente a las decisiones locales y nacionales referentes a la conservación y uso de la biodiversidad, y la reflexión fundamentada en argumentos conceptuales.
- El conocimiento y análisis crítico de la normatividad y legislación referente a la naturaleza y la biodiversidad.

CONSIDERACIONES FINALES

A partir del análisis de los documentos revisados, a continuación se presentan algunos elementos de reflexión y conclusión acerca de las políticas en biodiversidad y su relación con la educación en biodiversidad:

- En el nivel internacional, especialmente desde mediados del siglo xx, se han formulado políticas para propender por el conocimiento, conservación y uso sostenible de la BD. Aun así, la pérdida de esta es evidente, llegando a situaciones preocupantes.
- Pese a la normatividad referente a la conservación de la BD en Colombia, el creciente deterioro ambiental ha conducido a una crisis de la BD, lo que hace urgente la necesidad la formación política de los ciudadanos que les permita asumir una posición crítica y fundamentada en sus decisiones y frente a las decisiones de otros, referente al conocimiento, el cuidado, y el uso de la naturaleza y de la BD.
- Es necesario superar el reduccionismo de asumir la política en BD como las directrices y normas legales, y transitar a la configuración de sujetos sociopolíticos respecto a la BD, para lo cual la educación constituye un medio fundamental.

REFERENCIAS

- Alimonda, H. (2020). En clave de Sur: la ecología política latinoamericana y el pensamiento crítico. En W. Pengue y J. Fal (comps.), *Tajos en la tierra: Miradas sobre la explotación del ambiente y los recursos naturales en la Argentina* (pp. 67-81). Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Almond, R. E. A., Grooten M. y Peterson Grooten M., y Petersen, T. (Eds.). Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). (2020). *Informe Planeta Vivo 2020. Revertir la pérdida de la biodiversidad*. WWF, Gland, Suiza.
- BirdLife International. (2018). State of the world's birds: Taking the pulse of the planet. BirdLife International.
- Borras, L. (2019). *Educación para la biodiversidad: Una propuesta de enseñanza integral acerca de la biodiversidad, como un espacio para*

- la construcción de identidad y apropiación en el contexto urbano. Universidad Pedagógica Nacional [Informe final de práctica pedagógica y didáctica, Licenciatura en Biología].
- Camargo, V. (2018) *Propuesta de proyecto de aula para fomentar la conservación y valoración de la biodiversidad en el IED El Tequendama sede rural Santa Cruz del municipio del Colegio a partir del reconocimiento de la diversidad de las plantas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Trabajo de Grado, Licenciatura en Biología.
- Camargo, V. y Valbuena, É. (2018). Hacia la complejización de la enseñanza de la biodiversidad vegetal: El caso de una escuela rural colombiana. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)* [Número extraordinario]. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9095/6826>
- Castro, J. A., Valbuena, É., Escobar, G. y Roa, R. (2018a). *La biodiversidad como un problema de conocimiento: Sistema categorial preliminar* [ponencia] Tercer Congreso de la Asociación Iberoamericana de Filosofía de la Biología (AIFIBI), Bogotá, Colombia, 27-29 de junio.
- Castro, J. A., Valbuena, É., Roa, R., Escobar, G. y López, M. (2018b). *Propuesta preliminar para configurar la biodiversidad como un contenido relevante en la formación de profesores de biología en Colombia: Un abordaje multidimensional*. Ponencia presentada en el VIII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina (ADBiA), Buenos Aires, 1-3 de agosto. Disponible en <http://adbia.org.ar/congresos/index.php/JNEB2018/jneb2018/paper/view/166>
- Castro, A., Valbuena, E., Escobar, G., Roa, R. y López, M. (2021). Multidimensionalidad de la biodiversidad. Aportes a la formación inicial de profesores de biología en Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*. (50), 131-148.
- Conservación Internacional. (2019). *Nothing else will matter*.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites) (1973). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres*.
- Chamorro, P. (2012). Educación para la acción desde Greenpeace. *Educación y Futuro*, 26, 71-86.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.

- Fundación Natura, Ministerio de Ambiente y www-ww-Colombia. (2016). El Acuerdo de París: Así actuará Colombia frente al cambio climático. http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/el_acuerdo_de_paris_frente_a_cambio_climatico.pdf
- López, M. y Castro, J. A. (2019). Diseño de un material didáctico dirigido a maestros, como propuesta para el abordaje multidimensional de la biodiversidad. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza* [Número extraordinario], 635-643.
- López, M., Castro, J.A., Valbuena, É. (2019). Aproximación a los referentes epistemológicos sobre biodiversidad y su enseñanza en maestros del ciclo complementario de la Escuela Normal Superior de Nocaima, Cundinamarca. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*. Número extraordinario, 1931-1941.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2012). *Política para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE)*.
- Organización de las Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica, Río de Janeiro. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- PlantLife. (2010). *Important Plant Areas around the world: Target 5 of the CBD Global Strategy for Plant Conservation*.
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2010). *PNUMA anuario 2010*.
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2021). *Seis motivos por los que un medio ambiente saludable tiene que ser un derecho*. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/seis-motivos-por-los-que-un-medio-ambiente-saludable-tiene-que-ser>
- Rincón, N. y Roa, L. (2020). *Proyecto de aula orientado a la enseñanza y aprendizaje del páramo en estudiantes con discapacidad intelectual (DI) del ciclo dos de la Institución Educativa Juan Francisco Berbeo (JFB)* [trabajo de grado]. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Rincón, N., Roa, L. y Valbuena, É. (2019). Enseñanza de la biodiversidad colombiana en el contexto de la educación inclusiva. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza* [Número extraordinario], 1954-1966.

- Rivera, A., Buitrón, X. y Rodríguez, P. (editoras). (2000). *Uso y comercio sostenible de plantas medicinales en Colombia: Memorias de Seminario-Taller. 18 y 19 de septiembre de 2000, Villa de Leyva, Colombia*. Quito: Traffic América del Sur.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010). Designación de sitios Ramsar: Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional. *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales* (4.ª ed., vol. 17).
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica. <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/cartagena-protocol-es.pdf>
- Solano, J. (2019). *¡Luces, cámaras, acción!: La biodiversidad a través del lente*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. [Informe final de práctica pedagógica y didáctica, Licenciatura en Biología].
- Solano, J. (2020). *Elaboración de un material didáctico en formato web para el conocimiento, valoración y conservación de la biodiversidad de Nocaima (Cundinamarca)* (trabajo de grado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (2018). *uicn 70 años. Unidos por la vida y el desarrollo. México, América Central y el Caribe. Informe anual 2018*.
- United Nations Environment Program (UNEP). (2007). *Global Environment Outlook 4* (la versión final estará disponible durante la Sexta Cumbre Ministerial).

PARTE 3
DIMENSIÓN CULTURAL
DE LA BIODIVERSIDAD

*Concepciones de
biodiversidad desde la
diversidad cultural: un
recorrido por La Chorrera
(Amazonas, Colombia)
como expresión de una
selva humanizada*

María Rocío Pérez Mesa

Lo trabajo investigativo presenta el abordaje de las concepciones de biodiversidad y su relación con lo cultural, teniendo en cuenta que estas se ubican como un tema emergente y trascendental en los debates contemporáneos tanto en el campo de la educación en ciencias, como en las propias disciplinas científicas (Pérez, 2013a; 2013b), al igual que en las esferas de lo político y lo económico, donde se advierte una diversidad de posturas y defini-

ciones sin que exista un acuerdo definitivo (Koricheva y Siipi, 2004; Oksanen y Pietarinen, 2004; Takacs, 1996). Ahora bien, en el marco de estas discusiones se empieza a visibilizar el papel de las culturas y las formas de significar su relación con la biodiversidad, en un mundo que solo en décadas recientes reconoce su importancia y a la par se cuestiona por el riesgo que puede representar su pérdida.

La investigación elabora una interpretación de las concepciones de biodiversidad de docentes en formación inicial de la Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Hará énfasis en el contexto de La Chorrera (Amazonas), que contempla diálogos con docentes en formación inicial, actores locales, revisión de referentes histórico-culturales locales y de producciones académicas sobre las relaciones de la diversidad biológica y cultural. Esto en conjunto permite una comprensión de los significados implícitos y explícitos a través del empleo del concepto semiótico de cultura (Geertz, 1987; 1996), los procesos de significación como referente de la explicación sociocultural para la construcción del conocimiento (Bruner, 1988; 2006) y la propuesta de la cultura en términos adjetivos (García, 2004).

212

Así mismo, este capítulo incorpora elementos de reflexión al abordar las concepciones de biodiversidad y su relación con la dimensión cultural. En tal sentido, se destaca la importancia de esta región para el país y el mundo, que evidencia el tejido de relaciones en su acontecer histórico por parte de los grupos culturales y en particular de la etnia uitoto-muruy, quienes han contribuido significativamente en los procesos asociados a la agrobiodiversidad y a su vez, a hacer de la selva un paisaje humanizado que en palabras de Toledo, Barrera y Boege (2019), forma parte de la variedad de paisajes en el mundo producto de la revolución agrícola del Neolítico hasta el presente. De igual forma, avanza hacia el planteamiento de alternativas desde el encuentro, los contrastes y las diferencias que permiten dimensionar la complejidad de estas concepciones y su relevancia para ser consideradas en la educación en ciencias a propósito de ser un país biodiverso, pluriétnico y multicultural.

REFERENTES DEL CONSTRUCTO BIODIVERSIDAD

La discusión acerca de la biodiversidad como constructo social emerge hacia mediados de los años ochentas en el escenario político estadounidense con los trabajos de Lovejoy, Norse y McManus

(citados en Guilarov, 1996), quienes emplean el término “diversidad biológica” para referirse fundamentalmente a la diversidad de especies, al tiempo que es utilizado para incluir la diversidad genética y la ecosistémica. Después, Walter Rosen en 1985 propone el neologismo de biodiversidad como antesala del Foro Nacional de Biodiversidad llevado a cabo en la Universidad de Texas y coordinado por el profesor Edward O. Wilson de la Universidad de Harvard (Jeffries, 1997). Producto de este foro, Wilson populariza el término mediante la publicación de las memorias del evento. Estas reflexiones se constituyeron en referente para la Convención de la Diversidad Biológica (Cumbre para la Tierra, 1992), logrando un rápido reconocimiento y aceptación a nivel mundial.

En el marco de la Convención de la Diversidad Biológica de 1992, representantes de más de noventa países reconocen la importancia de la biodiversidad y se establece la siguiente definición:

[...] 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. (CBD, 1992)

213

El origen del término y el marco del convenio pueden ser leídos desde el interés tanto por seguir ampliando las investigaciones y proveer nuevos conocimientos sobre la biodiversidad, como por adoptar mecanismos de control a través de la administración y gestión de la biodiversidad orientados a mitigar su pérdida en las diferentes escalas (local, regional y planetaria), asunto que trasciende las disciplinas científicas, y se abre paso en el marco político, normativo y económico en el ámbito global.

A este respecto, el llamado de la CBD (1992) se dirige al desarrollo de estrategias para su conservación y preservación, dentro de las cuales se encuentra la educación, como se expresa en el artículo 13, denominado “Educación y conciencia pública”, en el que se enuncia:

a) Promover y fomentar la comprensión de la importancia y las medidas necesarias para la conservación de la diversidad biológica, así como su propagación a través de los medios de comunicación, y la inclusión de estos temas en los programas educativos, y (b) Coope-

rar, según proceda, con otros Estados y organizaciones internacionales en la elaboración de programas de educación y sensibilización del público con respecto a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. (CBD, 1992)

La educación se constituye así en plataforma para tratar y aportar en el conocimiento y la valoración de la biodiversidad, administrada desde organizaciones mundiales como la Unesco al vincular los artículos “Educación y conciencia pública” y “Educación para el desarrollo sostenible (EDS)”, buscando mantener la idea de sostenibilidad de la naturaleza. Esta estrategia también es respaldada por autoridades científicas como Ehrlich y Pringle (2008), para quienes la educación es una herramienta importante en el logro de la sostenibilidad y la protección de la biodiversidad porque facilita la transformación de las actitudes humanas hacia la naturaleza. Así, configuran un escenario de afirmación para hacer de la educación un instrumento que responda a la necesidad de incrementar el conocimiento general del significado de la biodiversidad y su conservación como proyecto político y cultural.

LA BIODIVERSIDAD DESDE EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Es importante considerar que la ciencia puede ser interpretada desde lo cultural según dos enfoques: el primero es señalado por Elkana (1983), quien retoma el concepto de cultura de Geertz y concibe la ciencia como un sistema cultural y no como una cultura independiente; las culturas, en la perspectiva de Geertz (1973), están compuestas por diferentes sistemas culturales como la ciencia, el sentido común, el arte y la ideología, entre otros (Molina, 2010), mientras el segundo enfoque presenta a la ciencia como una cultura (Cobern y Aikenhead, 1998). En tal sentido, la actividad científica puede verse como un proceso y un producto cultural en el que las formas materiales de su comunicación ayudan a producir significado (representaciones) sobre la naturaleza y la cultura (Pohl-Valero, 2012).

En el abordaje del constructo biodiversidad, especialmente a finales del siglo xx e inicios del xxi, se puede apreciar diferentes posicionamientos respecto a su definición, pues están articulados con unos procesos culturales que buscan producir significado en la esfera de lo público. La ciencia, como sistema cultural y productora de significados, discute la amplitud de la definición aportada por la

Convención de la Diversidad Biológica en 1992 (Sarkar, 2008), amparada en la autoridad que representa; tal argumento puede servir de fundamento para su discusión y reelaboración desde la ciencia. Sin embargo, en el interior de la comunidad científica no existe una definición universalmente aceptada (Koricheva y Siipi, 2004; Oksanen y Pietarinen, 2004) y se concibe como un tema que es tan grande como el mundo mismo (Takacs, 1996).

Con frecuencia, el término biodiversidad es interpretado como la riqueza, variedad y variabilidad de los organismos (Groombridge, 1992; Heywood y Baste, 1995; Pearce y Moran, 1995, citados en Oksanen y Pietarinen, 2004; Jeffries, 1997). Al respecto, se muestra un panorama de las diferentes definiciones que se han elaborado para el concepto en la tabla 1.

Tabla 1. Evolución de las definiciones de biodiversidad

Autor	Definición	Consideraciones
Iltis y Pimentel, citados en Takacs (1996)	Diversidad de especies	Visión predominante que se sustenta en los desarrollos taxonómicos
Solbrig (1994)	La propiedad de los sistemas vivos de ser distintos. No es una entidad, sino una característica de la naturaleza.	La biodiversidad trasciende las entidades para ser reconocida como una propiedad de los sistemas vivientes.
Angermeier y Karr (1994)	Diversidad genética de especies y comunidades.	La biodiversidad comprende los diferentes niveles de organización biológica.
Ehrlich <i>et al.</i> , citados en Takacs (1996)	Diversidad genética de especies, comunidades, ecosistemas e interacciones.	La biodiversidad se refiere a los diferentes niveles de organización y las interacciones que involucran una perspectiva ecológica.
Erwin (1991), citado en Takacs (1996)	La diversidad biológica es, de hecho, el producto de la evolución orgánica, es decir, la diversidad de la vida en todas sus manifestaciones, incluidas todas sus interacciones y variaciones dentro de su entorno biótico y abiótico tanto en el espacio como en el tiempo.	Destaca una visión evolutiva que considera diferentes escalas temporales y espaciales.

Wilson (1997)	Diversidad de genes, poblaciones, especies que forman parte de una comunidad local y las comunidades que componen los ecosistemas del mundo.	La biodiversidad se refiere a los diferentes niveles de organización e incluye procesos ecológicos y evolutivos en las escalas local y global.
Gastón y Spicer (2004)	De manera más directa, la diversidad biológica o biodiversidad es “la variedad de la vida” y se refiere colectivamente a la variación en todos los niveles de organización biológica y de todos los organismos que alguna vez han vivido, y no simplemente aquellos que existen actualmente.	La biodiversidad se refiere a la variedad de la vida que se expresa en los diferentes niveles de organización biológica tanto de los organismos pasados como de los actuales, es decir que involucra perspectivas ecológicas y evolutivas en relación con las escalas espaciales y temporales.

Fuente: elaboración propia

Estas definiciones permiten apreciar la amplitud del término y cómo se ha buscado otorgar diversos significados en las últimas décadas, especialmente al asumir la diversidad biológica con el neologismo de biodiversidad para referirse a toda la diversidad de formas de vida en el planeta y sus interrelaciones; así mismo, involucra una serie de interrogantes acerca de su origen, de los procesos evolutivos y ecológicos que dan cuenta de esta importante diversidad, y de las formas en que se expresa la diversidad, especialmente de los niveles de organización biológica, y su dinámica en las escalas espaciales y temporales y los eventos que pueden afectar su continuidad.

En tal sentido, la diversidad biológica históricamente se ha relacionado con la diversidad de especies desde los grandes inventarios y el establecimiento de un orden natural mediante los desarrollos taxonómicos, siendo un ejemplo de ello el sistema de clasificación de nomenclatura binomial propuesto por Linneo para referirse a las especies como entidades naturales. Este sistema cobró especial centralidad en los proyectos expedicionarios a nivel científico en diferentes regiones del mundo con ocasión de la expansión de grandes imperios en el marco de la historia natural, logrando su cristalización en el territorio nacional con uno de los proyectos expedicionarios más ambiciosos: la Real Expedición Botánica durante el Virreinato del Nuevo Reino de Granada, en cabeza de José Celestino Mutis a finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX. Otros trabajos de esta natu-

raleza proporcionaron una forma de organización y producción del conocimiento con un amplio registro acerca de esta diversidad bajo renovados esquemas de investigación que permiten advertir sobre los procesos de amenaza en que se encuentran diferentes especies en la actualidad.

Otro componente importante que busca enriquecer la definición se sitúa en los diferentes niveles de organización biológica, desde los genes, las especies y hasta los ecosistemas. Esto también implica considerar tanto la variedad y la heterogeneidad, como la referencia en especial de los procesos evolutivos y ecológicos que involucran la escala del tiempo geológico y las diferentes escalas espaciales desde el nivel local y regional hasta el nivel global; dichos asuntos forman parte de las investigaciones y la producción científica donde se sigue discutiendo la amplitud del término. Cabe señalar que estas definiciones pueden tener una gran incidencia al momento de trazar políticas y establecer acciones encaminadas a contribuir en procesos de conservación de la biodiversidad.

Los desarrollos aportados para dotar de significado al término *biodiversidad* en el marco de la ciencia han motivado importantes debates que han trascendido a las esferas sociopolíticas y económicas, especialmente por la pérdida de especies y el deterioro de ecosistemas en las escalas local y mundial asociados con las actividades antrópicas, especialmente con el modelo de desarrollo socioeconómico y cultural de Occidente que ha tenido lugar durante los últimos siglos, y que ha llevado a catalogarlo como un periodo crítico para la biodiversidad al señalar el riesgo que representa para la permanencia de diversas formas de vida, incluida la humana, en el planeta. Esta situación da apertura a nuevas preguntas frente a otras formas de conocimiento a propósito de la diversidad cultural y su relación con la diversidad biológica, que solo de manera reciente se empiezan a visibilizar.

217

LAS DIVERSIDADES BIOLÓGICA Y CULTURAL

En décadas recientes se empieza a configurar la bioculturalidad como una categoría científica que permite reconocer la estrecha conexión entre lo humano y la naturaleza. Así mismo, se plantea como un área de investigación inter y transdisciplinaria que ha permitido trascender la división que siglos atrás se estableció entre las ciencias natura-

les y las ciencias sociales según sus objetos de investigación, lo cual en la actualidad abre un nuevo camino al vincular tanto el campo de las ciencias biológicas, la biogeografía y la ecología como el campo de la antropología, la etnología y la lingüística (Maffi, 2005; Toledo y Barrera, 2008; Toledo *et al.*, 2019). Estos son aportes a la comprensión de la complejidad de las relaciones entre las diversidades biológica, lingüística y cultural, que se constituyen en expresiones de la diversidad de la vida en el planeta.

Uno de los nuevos desafíos del mundo contemporáneo se sitúa en dar el respectivo reconocimiento a la diversidad cultural que por siglos fue invisibilizada, hasta finales del siglo xx, cuando la Unesco en 1989 proclama la necesidad de salvaguardar la cultura tradicional y popular como un nuevo enfoque de respeto a las culturas tradicionales con el fin de permitir una toma de conciencia del valor y la necesidad de protegerlas. Este se constituye en un punto de partida para que otras organizaciones de carácter internacional se sumen y desarrollen trabajos y producciones, como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la organización del congreso internacional sobre diversidad biológica y cultural celebrado en Canadá en el 2010 bajo el auspicio de la Unesco y la Convención para la Conservación de la Biodiversidad (Toledo *et al.*, 2019).

Así mismo, en las cartas constitucionales de países latinoamericanos se empieza a incluir como parte fundamental el hecho de reconocer tal diversidad, como se expresa en la Constitución de Colombia de 1991, la cual precisa en su normatividad el reconocimiento de ser un país pluriétnico y multicultural. Estos avances en el campo político contemplan a la vez la consideración de otras formas de ver el mundo, de sus conocimientos y prácticas desde la diversidad y la diferencia frente a la cultura hegemónica. Es decir, de manera reciente la diversidad cultural en el escenario global y nacional entra a formar parte del fundamento jurídico que vincula tanto los derechos de los pueblos indígenas y comunidades locales, como se consagra en la Constitución, como el reconocimiento de las cosmovisiones y prácticas que constituyen las complejas relaciones que se establecen entre las comunidades y la base ecosistémica.

El abordaje de la biodiversidad y la diversidad cultural empieza a concentrar trabajos de investigación que se preguntan por las inte-

rrrelaciones de procesos ecológicos, las dinámicas culturales y la diversidad de lenguas, dado que en los lugares donde se registra mayor biodiversidad también se observa una mayor presencia de diversidad cultural y lingüística (Maffi, 2005; Loh y Harmon, 2014). Al respecto, se proporciona una nueva perspectiva compleja e integrada sobre la diversidad de la vida pues en la actualidad se identifica la interrelación e interdependencia entre la diversidad biológica y la cultural a través de procesos coevolutivos por los cuales, durante milenios, los humanos se adaptaron a la vida en ambientes particulares y lograron adquirir un conocimiento profundo de las especies locales, las relaciones ecológicas y las funciones del ecosistema que forman parte de su acervo cultural (Maffi, 2005).

Así mismo, Toledo *et al.* (2019) presentan una mirada de la diversidad como proceso evolutivo centrado en la historia de la Tierra al asumir la diversificación como un evento que se ha producido a diferentes escalas, ritmos y periodos de tiempo y que permite identificar cuatro grandes procesos de diversificación, o lo que se ha denominado “las cuatro olas” (figura 1), como expresión de un sistema complejo de las manifestaciones de la diversidad de la vida. Así, adoptan fundamentos conceptuales de las disciplinas científicas tanto de la biología y ecología, como de la antropología, la paleoantropología, entre otras, para abordar la diversidad biológica y la cultural desde una perspectiva integradora, que busca aportar a la comprensión de las relaciones de las diversidades como expresión de la biodiversidad actual.

219

Figura 1. *Las cuatro olas de diversificación*



Fuente: elaboración propia basada en Toledo *et al.* (2019)

Ahora bien, bajo esta perspectiva propuesta por Toledo *et al.* (2019), se consideran los desarrollos de investigaciones que permiten dar cuenta sobre los procesos de diversificación de la primera y segunda olas que han sido parte del consenso científico, entrelazados con la tercera y cuarta olas de las cuales, se hace especial referencia frente a los hallazgos en el territorio nacional y que posibilitan adentrarnos en la comprensión de las relaciones de las diversidades biológica y cultural.

La primera ola

Corresponde a la diversificación biológica basada en registros fósiles de bacterias que datan de 3500 millones de años como primeras formas de vida unicelular, y destacan cómo a través del tiempo geológico han ocurrido múltiples procesos de evolución que incluyen a organismos pluricelulares en un planeta donde se produjeron al menos cinco eventos de extinciones masivas de especies (Eldredge, 2001). Cabe señalar que la diversidad biológica involucra las diferentes escalas de la diversidad: genética, de especies, hábitat y paisajes naturales.

220

La segunda ola

Denominada la diversificación del ser humano. Según Toledo *et al.* (2019), se basa en la colonización del planeta por parte del ser humano a partir de los procesos de diversificación en la historia natural, tomando como referencia los estudios paleo-antropológicos y genéticos, que permiten hacer un rastreo detallado de los diferentes grupos de homínidos en el África:

El *Homo sapiens* moderno desciende de poblaciones del África, cuya expansión hacia fuera de ese continente comenzó hace unos 100,000 a 120,000 años, y se hizo un verdadero flujo migratorio entre los 60,000 y 80,000 años atrás. (Toledo *et al.*, 2019, p. 11)

Todo este proceso se ha podido documentar mediante el análisis de ciertos elementos de los genomas, especialmente con estudios de ADN mitocondrial y del cromosoma Y, como registran en su trabajo Toledo *et al.* (2019), además de extensos trabajos de diversos investigadores que proporcionan importantes desarrollos sobre las posibles rutas de migración desde África hacia los demás continentes. Este

proceso de expansión de las poblaciones humanas también plantea una serie de interrogantes e intereses por desarrollar investigaciones acerca del lenguaje, su diversificación y evolución en el tiempo. Así, Loh y Harmon (2014) ofrecen un estimativo en relación con los procesos de diversificación lingüística de alrededor de setenta mil a ochenta mil años.

Al respecto, Maffi (2008) refiere que en la actualidad el consenso general es la existencia de seis mil a siete mil idiomas vivos en el mundo, y el estudio de sus similitudes y diferencias permite establecer las posibles relaciones entre lenguas y pueblos. Aunque puede estimarse como un gran número, también es importante señalar lo expresado por Toledo *et al.* (2019), quienes advierten que antes de la expansión colonial europea iniciada en el siglo xv, el número de lenguas llegó a las doce mil, situación que muestra la reducción significativa hasta de casi un 50 % de la diversidad de lenguas en la actualidad:

Esta dimensión cognitiva, tan antigua como la especie misma, permitió a los seres humanos no solamente mantener una cierta relación de coexistencia con la naturaleza, sino de ir la afinando o perfeccionando. El producto final de ese proceso de refinamiento a lo largo del tiempo se encuentra hoy en día en las mentes y en las manos de los hombres y mujeres que conforman los llamados pueblos tradicionales y en especial los pueblos indígenas. Estos son, sin embargo, conocimientos amenazados. (Toledo *et al.*, 2019, p. 14)

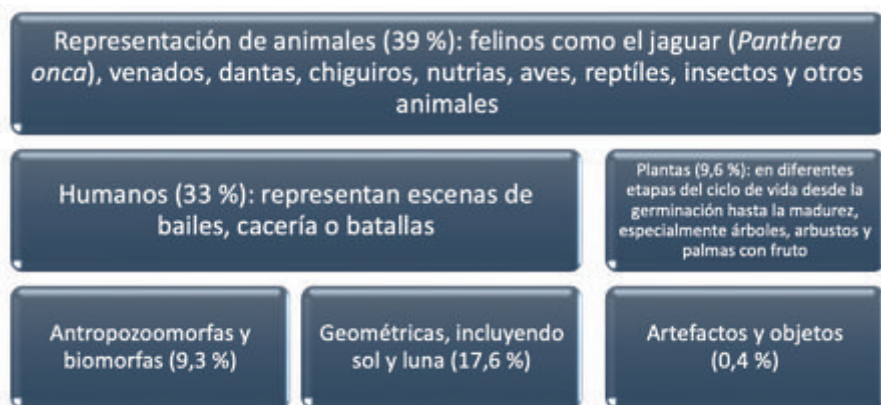
Lo anterior permite destacar que las diversidades biológica, lingüística y cultural se encuentran estrechamente interrelacionadas, y en el caso de los pueblos milenarios se reconocen los conocimientos y las prácticas que establecen con el medio natural, donde el lenguaje posibilita la comunicación, el encuentro, el intercambio y compartir significados que se transmiten en el colectivo y que les han permitido prevalecer. Sin embargo, la afectación que se pueda ocasionar a la diversidad biológica también entra a impactar la diversidad cultural y lingüística, como se ha presentado en algunas regiones del mundo, lo cual lleva a establecer alertas al catalogarlos como conocimientos amenazados en la actualidad (Maffi, 2008; Loh y Harmon, 2014).

En el acontecer histórico de la humanidad y los estudios relacionados con el Paleolítico superior, se puede apreciar mediante registros de pinturas en cuevas y rocas las diferentes relaciones de los grupos

humanos con el medio natural como expresión del poder de abstracción; el humano se constituye en constructor de símbolos al imaginar y reproducir el entorno del cual forma parte a través de la pintura, es decir que se presenta una estrecha relación entre la ocupación del espacio natural y la creación de los símbolos con los que el humano representa esta ocupación (Ángel-Maya, 1995). Así, las cuevas magdalenenses ofrecen representaciones de la fauna como bisontes, caballos y ciervos, además de manos de estos pobladores y otros signos pintados y grabados. Se estima que estuvo habitada entre los 30 000 y 13 000 años antes del presente, según las pruebas de carbono 14, como se documenta en el Centro de Investigaciones de Altamira en Europa.

Así mismo, parte del flujo migratorio humano logró ingresar a los grandes bosques tropicales de la Amazonía colombiana, evento que ha podido ser documentado a raíz de uno de los principales hallazgos en el Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete con pictografías en murales y abrigos rocosos que suman 70 500 representaciones (Castaño-Uribe, 2019) de hasta veinte mil años de antigüedad y otras más recientes, que dan cuenta de las expresiones del conocimiento del entorno con un lenguaje simbólico muy desarrollado al registrar diversas escenas que destacan las conexiones entre naturaleza y cultura de estos grupos de cazadores y recolectores.

Figura 2. Imágenes más representadas en Chiribiquete



Fuente: elaboración propia adaptado de Castaño-Uribe (2019)

El trabajo de investigación adelantado por Castaño-Uribe (2019) permite dimensionar las relaciones que establecieron estos grupos poblacionales con la selva. Se logra reconocer la diversidad de fauna y flora presente en la región con la representación en mayor propor-

ción de felinos como el jaguar, que participa en diferentes escenas rituales, y otros mamíferos como venados, dantas chigüiros y nutrias que forman parte de estas pinturas. Los humanos son representados con figuras completas o parciales en escenas de bailes, cacería o batallas, además de las manos estampadas en buena parte de las pictografías como parte de la tradición y las prácticas de la cultura local. En estos rituales también integraban las plantas y se destaca el nivel de detalle de su observación de estas, lo cual da cuenta del ciclo de vida como expresión de la vida en movimiento, al igual que otras escenas murales donde aparecen figuras de hombres animalizados y animales humanizados, representaciones astronómicas del sol y la luna, y la presencia de artefactos y objetos como las lanzas, los dardos, los propulsores, las mochilas, las máscaras y los vestidos ceremoniales hechos de fibras vegetales, que en conjunto muestran la complejidad de las relaciones que forman parte de la historia del territorio colombiano.

La tercera ola

Según Toledo *et al.* (2019), se refiere a la creación humana de nuevas especies, particularmente a una de las grandes revoluciones en la historia de la humanidad: la invención de la agricultura en el Neolítico entre los 10 000 y los 12 000 años, la cual se estima surgió de manera independiente en diferentes lugares del mundo. Este aspecto introduce una serie de transformaciones como el paso a una condición más sedentaria, la observación detallada en la selección de semillas, la inversión de tiempo en el cuidado del cultivo, la organización social y los poblamientos urbanos. Esta práctica propició una amplia variedad de especies de plantas y la domesticación de especies animales que hasta la actualidad se han constituido en fuente de alimento (Ángel-Maya, 1995). Además, proporcionó nuevas variedades como en el caso de la papa, cuyo estimativo es de 12 000, mientras que el arroz alcanza las 10 000 variedades (Toledo *et al.*, 2019), las cuales entran a formar parte de la contribución humana desde el Neolítico hasta la actualidad como parte de la denominada agrobiodiversidad:

La diversidad es creada a través de la imaginación (como un plan de juego y acción contextual) y de la creatividad de los actores (como trabajo o labor). En la producción y reproducción de diversidad está también la producción de experiencia. Como una consecuencia, la

pérdida de diversidad significa la extinción de experiencia biológica y cultural, implica la erosión del acto de descubrir y la reducción de la creatividad. La memoria biocultural representa, para la especie humana, una expresión de la diversidad alcanzada y resulta de un enorme valor para la cabal comprensión del presente, y la configuración de un futuro alternativo al que se construye bajo los impulsos e inercias actuales. (Toledo y Barrera, 2008, p. 190)

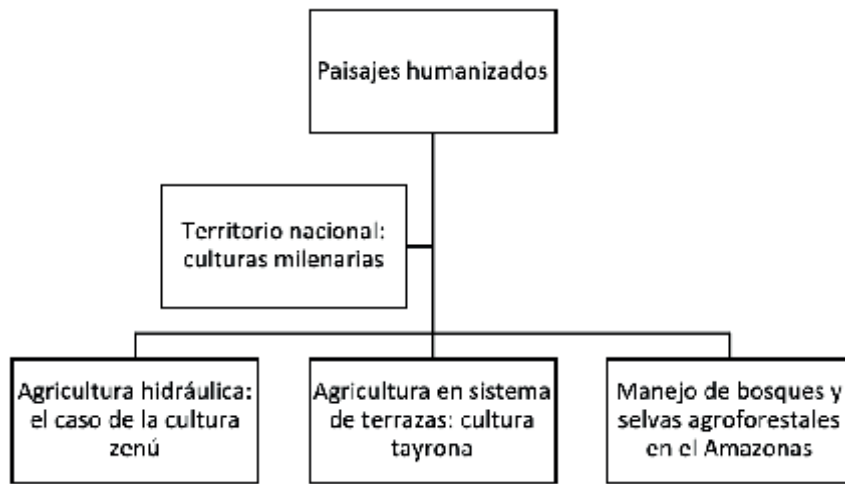
En tal sentido, la domesticación de especies por parte de diversos grupos culturales durante el Neolítico hasta el presente se interpreta como una coproducción sustentada en la creatividad humana mediante el conocimiento de los grupos étnicos, los cuales han tejido una serie de relaciones de orden simbólico y material basadas en economías descentralizadas con unos sistemas de producción que utilizan y recrean la biodiversidad (Posey, 2008; Toledo y Barrera, 2008).

La cuarta ola

Según Toledo *et al.* (2019), corresponde a la creación de nuevos paisajes. Esta ola particularmente se encuentra estrechamente relacionada con las sociedades agrícolas y se le puede ubicar con la misma temporalidad entre los 12 000 y los 10 000 años al referirse a la modificación de los ecosistemas para crear paisajes humanizados (Ángel-Maya, 1995). Dicho proceso implicó en estas primeras sociedades un dominio del espacio y una forma de intervención catalogada como un complemento más que una sustitución de los hábitats originales del Neolítico al establecer los primeros asentamientos teniendo en cuenta la cercanía a fuentes de agua, las relaciones ecológicas y los suelos del lugar, lo cual les permitió desarrollar estas nuevas actividades a parte de la caza y la pesca como mecanismos de suministro para la supervivencia. En este sentido, se destacan tres diseños de la humanización de paisajes en diferentes regiones del planeta: la agricultura hidráulica, las terrazas, y los bosques y selvas manejados como sistemas agroforestales en las regiones intertropicales (Toledo *et al.*, 2019).

Al respecto, en diferentes países se ha podido documentar este tipo de paisajes y en el caso particular de Colombia se encuentra que una de las culturas precolombinas destacadas en el manejo hidráulico fue la zenú, que se asentó hace dos mil años en la región Caribe, en el sector de La Mojana, donde logró desarrollar un sistema de canales de riego en la cuenca del río San Jorge, como parte de la depresión

Figura 3. Creación de nuevos paisajes en el territorio nacional (cuarta ola)



Fuente: elaboración propia

Momposina, atendiendo a las dinámicas del ciclo hidrológico para el desarrollo de las prácticas agrícolas (Plazas *et al.*, 1980).

Por su parte, la cultura tayrona desarrolló técnicas de transformación del paisaje en la Sierra Nevada de Santa Marta, caracterizada por ser una zona montañosa con una elevación de 5775 msnm aproximadamente en las cumbres gemelas Colón y Bolívar, siendo estas las máximas alturas dentro del territorio nacional y distribución de glaciares que descienden hasta los 4900 msnm (IDEAM, 2018). En esta zona montañosa lograron establecer sus asentamientos al contar con un potencial de sistemas hidrológicos y ecológicos, lo cual les permitió tener un importante suministro de agua y una amplia biodiversidad sobre la cual basaron su sustento al adecuar zonas de pendiente mediante un sistema de terrazas para el cultivo de alimentos, con un mayor aprovechamiento de los recursos y un modelo de ocupación del territorio (Gutiérrez, 2016), en una relación de armonía con la naturaleza y la dimensión espiritual.

Para el caso de los paisajes humanizados en la selva, es importante destacar diversos trabajos como el realizado por Posey (2008), quien visibiliza cómo las sociedades indígenas que han vivido en la Amazonía desde tiempos milenarios han logrado desarrollar sus propias estrategias para el manejo de la selva. De la Hoz (2007) expresa que la biodiversidad se constituye en parte integral del terri-

torio para los pueblos de la región sur de la Amazonia colombiana. Así mismo, Pérez (2019) habla del caso de la etnia uitoto-muruy y la estrecha relación entre las formas de concebir la biodiversidad con las prácticas que desarrollan en esta región de la Amazonía a partir de un conocimiento sofisticado de la biodiversidad que les permite determinar cuáles pueden ser fuente de alimento, medicinas, entre otros, sin llegar a reducir estas fuentes. Así mismo, su sistema de policultivo forma parte de un proceso de domesticación con diversas plantas de la selva que se siembran en las chagras, con lo cual buscan mantener una variedad de cultivos que les ha permitido prevalecer en este complejo cultural de la selva amazónica.

Los conocimientos y las prácticas de policultivo de estos pueblos milenarios siguen aún vigentes, especialmente en la región de la Amazonía, y han contribuido en el manejo y mantenimiento de especies y ecosistemas en una de las regiones más biodiversas del planeta. Solo en décadas recientes se ha procurado generar mecanismos de orden político y legal para propender por la conservación de estas diversidades, como es el caso del sistema de áreas protegidas que incluye al Parque Nacional Natural de Chiribiquete, reconocido por la Unesco como patrimonio mixto (cultural y natural) de la humanidad, el cual logró una ampliación de 1 486 676 hectáreas, para un total de 4 268 095 hectáreas protegidas, convirtiéndose en el área continental más grande protegida del país (Cancillería de Colombia, 2018). Así mismo, se reconocen los territorios colectivos organizados en 178 resguardos de los diferentes pueblos milenarios que allí habitan y que alcanzan una extensión de más del 50 % de la región de la Amazonía colombiana:

La superficie de los resguardos indígenas, incluyendo las áreas de traslapo con parques y reservas nacionales naturales, suma un área de 262.655,36 km², equivalentes al 54,36 % de la superficie regional. Esta área se constituye en la mayor reserva de diversidad cultural de la Amazonia. [...] La existencia de los pobladores indígenas hoy está en vilo frente a la creciente presión por acceso a los recursos mineros e hidrocarburos de su territorio. (Salazar y Riaño, 2015, p. 80)

La relación entre las diversidades biológica y cultural en la región del Amazonas permite dimensionar la humanización del paisaje de la selva, donde se han establecido estos pueblos milenarios que han desarrollado un sistema de conocimientos basado en

las complejas relaciones con el medio. Este da cuenta del manejo en la domesticación de semillas, las prácticas de cultivo en la chagra (policultivos), y las actividades de caza y pesca como parte de las estrategias de subsistencia, a la vez que contribuyen en los procesos de diversificación de variedades de plantas que forman parte de su alimento y en la dinámica de este complejo biocultural. Hay una invitación entonces a continuar con procesos de investigación que permitan visibilizar estos conocimientos y construir significados desde referentes educativos en torno a la estrecha relación entre la diversidad biológica y la cultural en nuestro país.

CONCEPCIONES DE BIODIVERSIDAD DESDE LO CULTURAL

El estudio de las concepciones de biodiversidad desde una perspectiva cultural implica el reconocimiento de lo diverso, lo diferenciado, de donde emerge el sujeto situado, que pertenece a un colectivo, cuyos conocimientos son proporcionados mediante ideas, palabras y prácticas como marcos de interpretación de realidades asociadas con la biodiversidad. Así, las diferentes concepciones de biodiversidad comprenden un ejercicio de construcción que se transforma según las condiciones históricas y sociales particulares al pasar por procesos de negociación y conflicto sobre su significado (Pérez, 2019). Esta perspectiva reconoce la pluralidad de formas de pensamiento y conocimientos (Olivé, 2009) en el seno de las culturas que han aportado otras formas de concebir la biodiversidad tras hacer borrosas las fronteras entre naturaleza y cultura, para ubicar las relaciones de las diversidades desde perspectivas integradoras y holistas. De esta manera, dichas concepciones no están representadas en niveles ni en los enfoques de conservación (Ulloa, 2004) sobre los cuales se fundamenta la noción del modelo cultural occidental.

Los sistemas de conocimiento ancestral asociados con la biodiversidad conforman un conjunto complejo de valores, conocimientos, prácticas culturales e innovaciones desarrollados históricamente por las comunidades en su estrecha relación con el medio natural. Es decir, en estos sistemas la praxis es constitutiva del conocimiento como práctica epistémica que se construye en su interacción con el entorno de manera colectiva (Olivé, 2009). Estos conocimientos empíricos no solo representan su vínculo con la biodiversidad, que provee beneficios

como fuente de alimentos y medicinas, sino además se constituyen en una fuente de comunicación física y espiritual como parte de sus prácticas culturales (Ulloa, 2004; Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Desde el periodo precolombino (previo a la colonización), las comunidades indígenas establecieron formas de manejo del entorno natural y configuraron un conocimiento mediante las experiencias, la observación cuidadosa y la experimentación constante e incorporaron conocimientos, prácticas e innovaciones externas (Grenier, 1998).

Según estudios arqueológicos, parte de la biodiversidad actual es fruto de la manipulación e intervención de los ecosistemas y especies que diferentes culturas ejercían sobre su entorno (Ulloa, 2004). Según Cronon (1983) y Denevan (1992) (citados en Takacs, 1996, p. 42), la llamada vida silvestre encontrada por los colonizadores europeos había sido el resultado del manejo de la tierra por los nativos americanos, al igual que el Amazonas con los grupos indígenas que allí se han establecido desde tiempos milenarios (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Algunos investigadores se han ocupado de indagar las formas de concebir la biodiversidad en diferentes etnias, pues, si bien es un término occidental, ha sido objeto de negociación y transformación según sus formas de conocimiento y sus prácticas culturales. Al respecto se destacan diversas formas de aproximación detalladas en la figura 4.

228

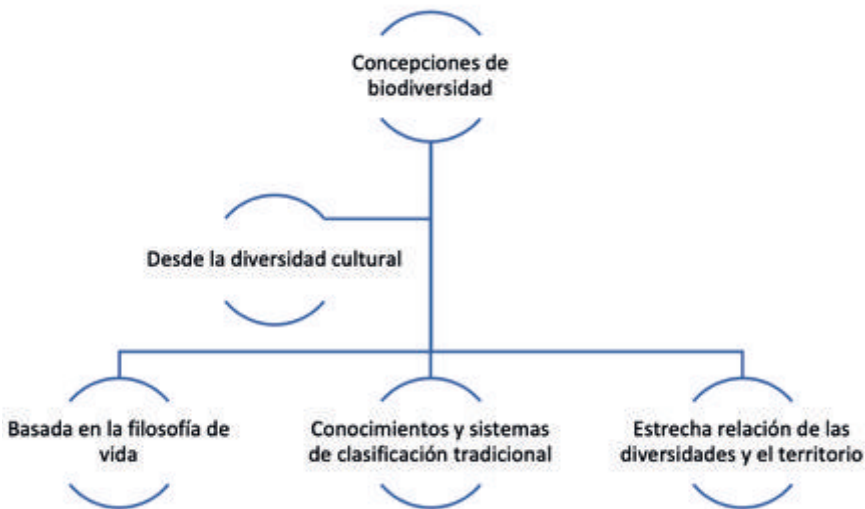


Figura 4. *Concepciones de biodiversidad desde grupos culturales*

Fuente: elaboración propia

En investigaciones sobre las concepciones de biodiversidad de representantes de los pueblos indígenas wayuu, uitoto sikuane y bará, esta se concibe como parte integral del territorio y de su universo cultural. Dichos conceptos se remiten a las cosmogonías articuladas a la noción de “vida” en la relación con los mundos determinados por el génesis y su interrelación. Para estas comunidades, todos los componentes de la naturaleza están dotados de vida —porque todo tiene espíritu—; en tal sentido, todo es considerado biodiversidad (De la Hoz, 2007; Ramírez, 2005). De modo similar, para los mayas la biodiversidad se asume como la vida misma sobre la tierra, incluyendo la vida humana y el sustento de los procesos vitales que la mantienen (Pérez, 2007).

Para Arrieta (2007), la biodiversidad actual es una construcción colectiva, una coproducción que deviene de tiempos precolombinos a través de la agricultura que desarrollaron los zenú, quienes, a pesar de haber perdido el idioma y muchas tradiciones con la llegada de los colonizadores españoles, han logrado conservar conocimientos ancestrales al reconocer en el territorio tanto la diversidad de plantas y animales como las dinámicas ecológicas con un sistema clasificatorio de plantas medicinales y alimenticias. Esto les ha permitido la coexistencia con la diversidad biológica local, la diversificación expresada en 26 variedades de maíz, 16 de yuca, 11 de plantas, entre otras, y la supervivencia como cultura.

Las comunidades afrodescendientes del Pacífico colombiano han introducido una innovación conceptual importante al definir la biodiversidad como territorio más cultura, noción que destaca la estrecha relación que tienen con toda la selva húmeda del Pacífico como una “región-territorio de grupos étnicos”, la cual se interpreta como una unidad ecológica y cultural articulada por las prácticas cotidianas de las comunidades (Escobar, 1999, p. 18). En esta lógica biocultural se involucran principios locales de autonomía, conocimientos, identidad y economía local que buscan mantener el vínculo de estas diversidades a pesar de los fuertes impactos de actividades antrópicas asociadas con prácticas extractivistas de minería y deforestación del bosque húmedo tropical del Pacífico, entre otras problemáticas que comprometen la biodiversidad del territorio.

Ante este panorama, proporcionado desde diferentes contextos culturales del país, se puede apreciar que las concepciones de biodiversidad trascienden la dualidad que mantiene Occidente entre naturaleza y cultura, y se reafirma la forma de significar la biodiversidad como todos los componentes de la naturaleza dotados de vida, dado que para estos grupos todo tiene espíritu, como el agua, las piedras, entre otros, razón por la cual todo es considerado biodiversidad (De la Hoz, 2007; Ramírez, 2005).

Estas formas de significar la biodiversidad plantean otras maneras de concebir el mundo y de relacionarse con la biodiversidad como integralidad expresada en sus prácticas y acervos culturales con un posicionamiento político e identitario. Este último es objeto de fuertes presiones dado que en la actualidad no solo se está produciendo un proceso de extinción de la biodiversidad (Wilson, 1997; Eldredge, 2001), sino que además se están erosionando los conocimientos ancestrales de una manera más acelerada (Maffi, 2005; Contreras, 2009; Loh y Harmon, 2014), agenciados por procesos de desplazamiento, deforestación, aumento de actividades extractivas y de mercantilización de la biodiversidad, que hacen vulnerables a las culturas minoritarias a nivel mundial.

230

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

Uno de los lugares que ha sido reconocido como uno de los más biodiversos del planeta es la región de la Amazonía colombiana, que alberga una importante diversidad de culturas étnicas en una estrecha relación de estas diversidades y las condiciones históricas, sociales y políticas que se han sorteado y que permiten ubicar a Colombia como uno de los países megadiversos del mundo. Dentro de este panorama, se han logrado obtener desarrollos en el campo de la investigación y producción de conocimiento desde ciencias como la ecología, la biología, la antropología y la etnología. Sin embargo, son pocos los trabajos desde el campo de la educación en ciencias que se ocupen de considerar la relevancia del estudio de las concepciones de biodiversidad desde la diversidad cultural como apertura en la creación de caminos para aportar en la construcción de significados sobre estas diversidades en el contexto educativo con una comprensión profunda de estas realidades, que, en lugar de mantener las bre-

chas, permita reconocer lo que somos y el compromiso que tenemos como un país biodiverso pluriétnico y multicultural.

Según lo anterior, la investigación se desarrolló tanto en Bogotá como en La Chorrera (Amazonas), aunque para el presente escrito se orientará hacia la Amazonía, territorio en el que habitan diversos grupos culturales, dentro de los cuales se encuentra la etnia uitoto que por mucho tiempo ha sido denominada de esta forma, aunque de manera reciente ha sido objeto de discusión en el interior de la propia comunidad, para denominarse muruy, asunto que aún sigue en discusión, por lo cual, en el presente escrito se les nombra como uitoto-muruy, la cual constituye uno de los grupos culturales con mayor número de representantes en este complejo territorial. En tal sentido, el trabajo buscó tener en cuenta los siguientes criterios: 1) la diversidad cultural en la Amazonía al considerar la configuración histórica del país desde las diferentes culturas y el territorio que han habitado; 2) territorios con una alta biodiversidad, como es la región del Amazonas, conformada por tres complejos socioecológicos: áreas de selva húmeda del piedemonte y andes amazónicos, áreas de selva húmeda de la llanura amazónica y el área del trapecio amazónico. Esta región, junto con la ecorregión de los Andes tropicales adyacentes del norte de Suramérica, ha sido catalogada como la más rica del planeta en cuanto a diversidad biológica terrestre y dulceacuícola. Sin embargo, la oleada de procesos de ocupación por colonos y la transformación de la cuenca amazónica derivada de actividades extractivas, principalmente por el caucho para mercados internacionales a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, impactaron la base biofísica y cultural de la región (Urbina, 2010). 3) La noción de diversidad cultural que permite comprender las concepciones desde la literatura antropológica constituye otro referente a considerar, el cual aporta al entendimiento del problema (Molina *et al.*, 2014). De esta forma, la diversidad cultural se asume desde diferentes perspectivas, una de las cuales designa la multiplicidad de grupos culturales que comparten un conjunto de valores, ideologías y prácticas en una temporalidad y territorio. La diversidad cultural contempla la producción de significados que circulan, se comparten y dinamizan. Así, para Mauss (1979) el cambio es un denominador común de un gran número de sociedades y la humanización del hombre se realiza a través de un modo de existencia particular que comprende la internalización de

la diversidad cultural (Molina *et al.*, 2014). Por su parte, Bruner (2006) señala que las diversas formas de conocer y comportarse en el mundo (moldeados por estados intencionales) solo pueden ser comprensibles en el contexto de un sistema cultural determinado. De esta manera, la cultura moldea las vidas y las mentes humanas y confiere significado a la acción, lo que se constituye en guía respecto a las formas de concebir y ordenar el mundo (Pérez, 2019; Porras-Contreras y Pérez-Mesa, 2019).

En el caso de la comunidad uitoto-muruy de La Chorrera (donde se realizó parte de esta investigación), las concepciones de biodiversidad desde su lugar de enunciación y significación están orientadas por el plan de vida y los escenarios de aprendizaje propios, como la maloca, la chagra, el río y la selva, además de autodenominarse cuidadores del conocimiento y señalar su territorio como centro de origen de su pueblo y de las demás formas de vida (Farekatde y Henao, 2009). En tal sentido, es necesario considerar que el mito de origen de esta comunidad y su mitología en general se entretajan con las diferentes formas de vida, como se manifiesta en las prácticas culturales y su participación en la producción de la biodiversidad a través de la chagra y el conocimiento sofisticado de las plantas medicinales para el cuidado de la salud. Dichos conocimientos contribuyen a mantener el principio del cuidado de la vida, el cual, a su vez, comprende la coexistencia con la naturaleza, el cuidado de la selva y la diversificación de variedades de plantas.

METODOLOGÍA

La metodología empleada es de corte cualitativo con un enfoque interpretativo, que busca reconocer las formas de significar la biodiversidad desde la relación entre el sujeto conocido, el sujeto cognoscente y el contexto cultural (Vasilachis, 2006). En tal sentido, permite hacer una aproximación al universo interpretativo del otro (Geertz, 1987; Molina, 2005; Vasilachis, 2006). Para ello se emplea el concepto semiótico de cultura (Geertz, 1987; 1996), los procesos de significación (Bruner, 1988; 2006) y la propuesta de la cultura en términos adjetivos (García, 2004). Estos referentes permiten comprender las formas de enunciación y la elaboración de sentido para referirse a la biodiversidad según sus marcos de referencia (Geertz, 1987) desde el lugar de la cultura (Pérez, 2019).

La investigación toma en consideración el contexto cultural, el encuentro entre diferentes y la diversidad cultural en términos adjetivos (García, 2004) como expresión de las sociedades contemporáneas y la interculturalidad en el marco de la configuración histórica del país. Así, la cultura como un sistema de significados implica tener en cuenta las formas de enunciar y significar la realidad por parte de los docentes en formación. Como se indicó, se hará especial referencia desde las voces de las mujeres a las formas de concebir la biodiversidad y las prácticas de cuidado de la vida en el contexto de la diversidad, donde lo cultural se constituye en un recurso heurístico para hablar de la diferencia, los contrastes y las comparaciones cuando los grupos y sujetos entran en relaciones de intercambio de negociación de significados y el cruce de fronteras.

El estudio de las concepciones implica referentes contextuales y socioculturales que inciden en su configuración en un despliegue de diversidad y complejidad que hacen parte de la investigación. De este modo se reconocen las formas de enunciación y significación de la biodiversidad, al igual que las prácticas de cuidado, desde las voces de las mujeres (maestra en formación de la licenciatura en biología y maestra en ejercicio) pertenecientes a la etnia uitoto-muruy de La Chorrera (Amazonas). En tal sentido, todo ello es posible gracias al apoyo brindado por AZICATCH y el consentimiento informado de los participantes que manifestaron su interés y compromiso con la investigación.

Dentro del proceso se contemplaron varias fases, de modo que la primera corresponde al relevamiento bibliográfico sobre documentos e investigaciones relacionadas con la comunidad indígena uitoto-muruy de La Chorrera (Amazonas). La segunda fase, denominada “encuentro con la comunidad”, contempló el diálogo con las autoridades y representantes de la organización indígena AZICATCH de la etnia uitoto-muruy, quienes brindaron el aval para el desarrollo de la investigación. Cabe destacar la participación y el apoyo de uno de los líderes de la comunidad, quien facilitó la convocatoria con la comunidad, el diálogo y la participación con el consentimiento informado de los participantes. En la tercera fase se dio paso a la formulación, el diseño y la validación de instrumentos para la recolección de la información a través de la implementación de entrevistas semiestructuradas, entrevistas en profundidad, observación participante,

y el empleo del diario de campo, registro visual e identificación de actores sociales que forman parte de las técnicas y herramientas, con un diálogo abierto respecto a las formas de concebir la biodiversidad, las prácticas de cuidado y su articulación con el territorio.

Durante la estancia en La Chorrera (Amazonas), fue posible recorrer este lugar y dialogar con diferentes pobladores, asistir a diversas prácticas culturales relacionadas con los bailes y cantos tradicionales en la maloca, la visita a la chagra, los diálogos en el mambadero, el recorrido por el río y las instituciones educativas, todo ello vinculado con la selva, la cual desde la cosmogonía uito-to-muruy se constituye en el lugar de origen como pueblo articulado con la naturaleza y lo espiritual.

La última fase se orientó hacia el proceso de sistematización, interpretación y análisis de las concepciones de biodiversidad y las prácticas de cuidado, que permitieron reconocer la riqueza, profundidad y complejidad de su pensamiento. En este proceso emergen las configuraciones de las concepciones que muestran el lugar de la cultura y lo cultural como expresiones de los significados que se tejen y hacen parte de una urdimbre de relaciones, prácticas e institucionalidad que entran a formar parte de sus elaboraciones y producción de realidades, lo cual sin duda contribuye a la comprensión de las relaciones de la diversidad biológica y cultural en el contexto de la Amazonía colombiana.

234

CONCEPCIONES DE BIODIVERSIDAD EN EL CONTEXTO CULTURAL DE LA CHORRERA (AMAZONAS)

Hablar de las concepciones de biodiversidad desde una perspectiva cultural implica considerar las construcciones y apropiaciones del entorno que se comparten en el contexto cultural en el cual se desarrolla la investigación, que en este caso corresponde a representantes de la etnia uito-to-muruy. Este pueblo milenario se encuentra organizado en la selva amazónica, donde se ha constituido desde los saberes y las prácticas que les han permitido constituir su lugar de existencia y supervivencia. Según su sistema de pensamiento, todo se encuentra interrelacionado en una idea de igualdad de las relaciones entre la naturaleza, lo humano y lo espiritual como unidad que se sustenta en el principio del cuidado de la vida desde el reconocimiento de la

diversidad de la vida, en un mundo que se comparte y se habita en una copresencia y coexistencia que considera un campo de relaciones entre los diferentes seres.

Las concepciones de biodiversidad parten de las formas de nombrar y significar propias de la cultura. Esta consideración implica el abordaje de dicha expresión y la complejidad que entraña en tanto involucra toda la diversidad de seres de la naturaleza, de humanos y de lo espiritual, al igual que las formas de transmitir el conocimiento a través de las prácticas de cuidado de la vida. En tal sentido, después de realizar extensos diálogos, entrevistas abiertas, semiestructuradas y a profundidad, junto con los recorridos y la observación en el territorio, se puede advertir que para la maestra en formación inicial de la Licenciatura en Biología la biodiversidad como constructo es materia de contrastes y comparaciones con lo propuesto por Occidente, que establece la diferencia entre lo vivo y lo no vivo, mientras que en el pensamiento uیتoto-muruy las rocas y el agua también tienen vida porque están dotados de espíritu; así, se advierte una distinción ontológica.

La biodiversidad para la maestra en formación se concibe como “yua+” (baile de la naturaleza), el cual se constituye en una afirmación de su cultura, sus conocimientos y experiencias:

235

Para mí todo, todo se relaciona es en un baile tradicional, ¡todo!, y hablo pues no conozco otros, porque mi papá hace es el de “yua+” que tiene que ver con la naturaleza por el cuidado y por el bienestar de esa relación hombre-naturaleza, o la ¡biodiversidad! entonces ahí se relaciona todo, ahí hay dietas, hay mitos, hay conjuros, hay letanías, porque cuando antes de hacer un baile usted llama a los ancestros, ellos están presentes [...]. El baile del “yua+”, que para nosotros es el baile de la naturaleza, va relacionado con todo lo que existe en este mundo, lo que vemos acá, los seres del agua, y los seres de la tierra, los que vuelan y lo espiritual, con la abundancia, el baile armoniza todo. (Maestra en formación inicial)

A este respecto, su concepción del “yua+” (baile de la naturaleza) como forma de nombrar la diversidad de la vida, sus significados y sentidos constituye una expresión de la complejidad de su pensamiento y de sus experiencias arraigadas a su contexto cultural al pertenecer a una cultura de tradición oral que hace de estas

prácticas la forma de construir su visión de mundo y dar cuenta de su existencia. Este baile tradicional concentra una serie de conocimientos y experiencias que hacen referencia tanto a los componentes como a las interrelaciones, en este caso, de los seres de la naturaleza, los seres humanos y los seres espirituales. Esta forma de concebir la biodiversidad expresa una relación históricamente construida, fundamentada en una lectura permanente de su entorno, sus componentes, sus fuentes de sustento, y la regulación entre cada una de las entidades para armonizar las relaciones que permiten la coexistencia y la sustentabilidad de la vida.

En este entramado de relaciones es importante destacar el conocimiento ecológico tradicional del pueblo indígena en este complejo territorial al plantear una organización de un mundo interrelacionado que parte del vínculo de los seres vivos con su hábitat, como es el caso de los seres del agua, que comprende las diferentes formas de vida que habitan el río. El otro gran componente corresponde a los seres de la tierra, que se refiere a los animales terrestres y a aquellos que vuelan y se encuentran en el dosel del bosque. Es decir, se les ubica de manera interrelacionada como parte de la biodiversidad de la selva y el río, y se les nombra en los bailes como parte del reconocimiento de la naturaleza, recordando su existencia y origen como parte integral del territorio, y que a través del conocimiento ancestral bajo el repertorio del baile en la maloca se busca armonizar las relaciones, especialmente cuando el humano realiza las actividades que tienen que ver con su sustento como la caza, la pesca o la apertura de chagra en diferentes sectores de la selva. Así, se establece una serie de prácticas culturales y simbolismos que permite mantener un cierto equilibrio como parte de la relación biocultural.

La forma de nombrar la biodiversidad como “yua+” pone de manifiesto una forma de concebirla como “la danza de la vida en movimiento”. De este modo, se entiende la naturaleza como un agente activo (como sujeto) e histórico en su relación con lo humano y lo espiritual. Esta relación plantea un constante diálogo a través de prácticas que otorgan sentido a los vínculos establecidos por parte de dicho pueblo milenario con su mundo cosmogónico. En este baile, se integran los mitos, los conjuros y las letanías que forman parte del vínculo con el mundo intangible de los ancestros, con lo divino y lo espiritual, además de las plantas sagradas que conforman estas

prácticas rituales y ceremoniales (las cuales recuerdan parte de la tradición de los primeros pobladores del Amazonas plasmados en las pictografías en Chiribiquete), para armonizar las relaciones, especialmente cuando se refiere al uso y manejo de la selva, el río y las actividades que comprometen el empleo de plantas silvestres y de cultivo como constitutivos de su modo de vivir.

En este baile es posible apreciar la conexión con todo lo que implica el conocimiento profundo que acompaña toda su preparación y materialización al vincular lo espiritual, la naturaleza y lo humano como un todo interrelacionado, en el cual la vida se concibe como cíclica y se entiende como continuidad. Así, la muerte es parte del ciclo para la reproducción de la vida, formando parte de esta dinámica que debe ser objeto de regulación a través de la palabra y de las prácticas que allí tienen lugar. Los bailes y cantos se constituyen entonces en una expresión del conocimiento de la etnia uitoto-muruy al formar parte de su acervo cultural, además de mantener la cohesión del colectivo, que hace de la maloca el lugar de convocatoria, y de los clanes la instancia para apoyar a los jefes de maloca, quienes a través de los cantos y los bailes buscan armonizar las relaciones entre humanos y no humanos como forma de protección en la que subyace el principio del cuidado del conocimiento y de la vida (Pérez, 2019).

Al respecto, es importante destacar el baile del “yua+” como forma de concebir la diversidad de la vida interrelacionada en un ciclo o espiral que guarda relación con su cosmogonía, la cual se articula con el calendario etnoecológico para orientar muchas de las prácticas culturales, pues según Farekatde y Henao (2009, p. 128): “El calendario está hecho en anillos concéntricos porque es un sistema que cierra un círculo. Cada ciclo enseña el comportamiento en relación con el comportamiento humano, que debe enseñarse diariamente”. Así, el rozi se constituye en el inicio del ciclo anual, simbolizado en el calendario étnico como expresión del ordenamiento del mundo a través del conocimiento mitológico que integra los comportamientos, las dinámicas naturales, las condiciones climáticas y las relaciones entre las diferentes formas de vida entretejidas con las prácticas culturales, que permiten regular las formas de interacción entre materialidad y espiritualidad; dichas prácticas son valoradas y evaluadas por el colectivo según las dinámicas ecosociales en este complejo ecológico.

El conocimiento profundo que está inserto en esa danza de la naturaleza también se recrea con los conocimientos detallados de las relaciones ecológicas que se tienen respecto a los ciclos de las plantas silvestres, que incluyen periodos de fructificación, recolección y selección de semillas, y la atenta observación de los comportamientos de algunos animales de la selva (reproducción, tipos de alimento, migración, hábitat, entre otros), hasta las formas de organización para los tiempos de cultivo en chagra, asociados con aspectos climáticos como los periodos de lluvias y de tiempo seco, que permiten orientar las prácticas de cultivo y sirven de guía para las actividades de caza y pesca desde un orden cíclico e interrelacionado:

La mitad del tiempo del año es seco f+mona, medido por los veranos de piña, caimo, guamo, emaió, chontaduro. [...] El tiempo húmedo en el calendario está medido por los friajes. Comienza con el friaje de sambico kuduizi que coincide con enero-febrero, continúa con el friaje de joga+izi camarón, el de boa nuioizi termina con el de chucha chi-roiri. En cada friaje se intensifica más las lluvias y por ende el nivel de los cuerpos de agua hasta llegar al mes de julio. (Farekatde y Henao, 2009, pp. 128-129)

En los salados se pueden encontrar las dantas, borugas, armadillos, micos y otros animales, ahí es donde todas las criaturas van a tomar la primer caguana, la de los animales. Los animales van al salado cuando hay buen tiempo, sobre todo en la época seca. (Farekatde, citado en Pérez, 2016, p. 212)

[...] el tiempo del canangucho, el tiempo del Juansoco, o el tiempo de otros frutos así silvestres que hay, eso ya es como una idea, para usted saber dónde puede hacer cacería. (Farekatde, en Pérez, 2016, p. 212)

En este caso, el conocimiento y manejo de la selva busca mantener la diversidad y las relaciones ecológicas sin que esto implique mayores afectaciones, por lo cual se pide permiso a la naturaleza y a los dueños espirituales para poder realizar estas actividades a través de las prácticas rituales y ceremoniales, los cantos y los bailes, que contribuyen a la armonización de las relaciones entre humanos, naturaleza y lo espiritual. Son mecanismos de regulación y enseñanza para los diferentes miembros del colectivo, que ven en este baile una forma de revalidar esas relaciones y valorar la fertilidad de la selva, la madre tierra y los seres espirituales para obtener el alimento, el cual se intercambia y comparte durante los bailes como expresión de la abun-

dancia, sin comprometer la presencia de estas especies; por ejemplo, las actividades de caza llevadas a cabo por los hombres únicamente se realizan en unos periodos del año, con algunos animales adultos, sin que intervenga una idea de explotación ni acumulación, siguiendo las dinámicas ecológicas que tienen lugar en el territorio.

En las prácticas que forman parte de este pueblo milenario se destaca el papel de la mujer uitoto-muruy, dado que los conocimientos que tienen de la selva son muy importantes, especialmente en lo que respecta a las plantas, la selección de semillas y las prácticas de cultivo, al igual que su rol como transmisoras de este conocimiento a las nuevas generaciones. En la cultura uitoto-muruy, las formas de su filosofía de vida y las prácticas configuran su sistema de conocimiento y permiten establecer el rol de las mujeres como complemento y soporte fundamental de la cultura, dado que el hombre es quien cuida el conocimiento para proteger la vida humana; el hombre es la palabra, mientras que la mujer es la que amanece en obra desde el lugar de la chagra:

[...] la mujer es la que hace amanecer todo, porque el hombre es estar ahí, ahí, ahí... el hombre es la palabra, en cambio la mujer es la que va al otro día y ella es la que va a la chagra, hace que toda amanezca. (Maestra en formación inicial uitoto-muruy)

239

La chagra se constituye en la materialización del saber (Román, 2005) al trascender la idea de la siembra de alimentos, que opera como un espacio para la construcción del conocimiento y el sostenimiento del mundo al reconocer la complejidad de la selva y sus múltiples relaciones para mantener este sistema. Allí se teje un conocimiento ancestral, la historia de la cultura que se dinamiza en su encuentro activo con la selva desde el lugar de la mujer, acompañado de un proceso educativo en el que se vincula dicha práctica con el código de vida de la etnia:

Es que desde la base tiene que ser hablado, por eso si antes de usted hacer chagra para que no sucedan accidentes el mayor llega y habla y habla, y ellos escuchan [dueños espirituales], entonces no pasan accidentes ni nada, por eso es que se hacen esos diálogos. (Maestra en formación inicial)

Esta experiencia de cultivo de la vida también aparece como instancia para hacer de esta construcción una manifestación del pensamiento uitoto-muruy, en el que la chagra no es simplemente un objeto material, sino que vincula los mundos tangible e intangible al reconocer en su diversidad la presencia de seres que comparten un mismo origen con el humano. Según la ley de vida no hay jerarquías ni subordinaciones, de modo que cualquier intervención humana debe ser objeto de diálogo con los dueños espirituales, como un diálogo de la vida (Román, 2005) que permite contar con el permiso y mantener la armonización de las relaciones como parte de su sistema cultural normativo.

La chagra se constituye en un importante sistema de representaciones del pueblo uitoto-muruy como expresión de la fertilidad de la vida, que desde el rol de la mujer contribuye a la coproducción de la diversidad en la selva, y se complementa con la maloca y el conocimiento ancestral de los sabedores. Todos estos saberes se simbolizan con el baile del “yua+” al representar la diversidad de la vida en tanto se respetan las dinámicas ecológicas y se comparten las buenas cosechas (Urbina, 2010) desde lo comunitario. Así, tanto el baile del “yua+” como la chagra simbolizan la materialización del pensamiento y la palabra a través de la obra, a través de estas prácticas que se reproducen y dinamizan siguiendo las leyes sobre criterios de respeto para honrar su cultura y sus ancestros al sostener la realidad cultural que no dicotomiza, sino que, por el contrario, plantea una continuidad ontológica entre la diversidad de formas de vida, incluido el humano y lo espiritual, como expresión de su organización social y manejo ambiental. Lo anterior ha permitido ubicar a la Amazonía como una de las regiones más biodiversas y con una importante diversidad cultural del planeta.

LAS CONCEPCIONES DE BIODIVERSIDAD Y SU RELACIÓN CON LA AGROBIODIVERSIDAD Y LA SELVA HUMANIZADA

La forma de concebir la biodiversidad desde el contexto cultural uitoto-muruy muestra una estrecha relación con las formas de representar su realidad al asumir este territorio como su lugar de origen, según la ley de vida. En esta construcción de mundo, se plantea una serie de aspectos de gran relevancia que permiten comprender la complejidad de su pensamiento y sus formas de habitar el mundo y

de cristalizar sus acciones a través de diversas prácticas culturales que les permiten participar en la coproducción de vida a través de la chagra, sin ningún interés de dominio ni explotación de la naturaleza, en una relación basada en el respeto como complemento del conocimiento ancestral del hombre: “Para nosotros la tierra no es nuestra, nos la dieron para nosotros cuidarla” (Maestra en formación inicial).

La chagra como lugar de la experiencia y de las prácticas de conocimientos ancestrales, que integra la visión del pensamiento interrelacionado y cíclico, se constituye a su vez en instancia que permite considerar su incidencia en el manejo de la chagra, que, en palabras de Toledo *et al.* (2019), corresponde a la denominada agrobiodiversidad. En este caso, los conocimientos y las experiencias se entienden como complementarios, tomando como punto de partida el permiso a los dueños espirituales para poder intervenir una porción de la selva, donde se establecen las funciones que cada uno debe atender. Así, el hombre adelanta las actividades de sócala, tumba y quema como preparación del terreno durante la época seca o verano, siguiendo el calendario etnoecológico, y se encarga de la siembra de las plantas sagradas como la coca y el tabaco. Por su parte, la mujer como portadora del mayor conocimiento sobre plantas realiza la siembra al tiempo que se encarga de transmitir este saber a los niños y jóvenes, recordando el vínculo entre la naturaleza, lo humano y lo espiritual, donde se sustancia no solo lo material sino lo espiritual (Román, 2005), y se fortalece la integración social de los grupos a través de estas prácticas colectivas.

En esta porción del territorio en el Amazonas se encuentran chagras de rastrojo y de monte bravo, lo cual permite hacer un manejo de la selva teniendo en cuenta los tipos de suelos. Según lo expresado por mujeres del pueblo uitoto-muruy, se selecciona aquella tierra fértil para poder sembrar y obtener buenos cultivos de yuca, plátano, papaya, maíz, entre otros, porque, según su experiencia, las chagras de rastrojo no ofrecen este tipo de cosechas por la pérdida de fertilidad en los suelos y lo que se obtiene es de menor tamaño, aunque en algunos casos se les puede seguir empleando en la producción de frutales. Los productos cultivados incluyen frutales, tubérculos, hortalizas para el consumo, y plantas sagradas, medicinales y tintóreas que forman parte de su acervo cultural.

Figura 5. Agrobiodiversidad y manejo del territorio



Fuente: elaboración propia

Según los diálogos y recorridos, es posible apreciar un sistema complejo y avanzado del conocimiento ancestral que forma parte de este pueblo milenario, consistente con su plan de vida, al ser reconocidos como “cuidadores del conocimiento” que representa en sí el cuidado de la vida. Dicho conocimiento sobre este complejo ecocultural (maloca, chagra, río y selva) se transmite y dinamiza a través de los sabedores y el destacado rol de las mujeres, quienes, desde su cosmovisión de un mundo interrelacionado y cíclico, operan bajo un sistema normativo para mantener la unidad entre la naturaleza, lo humano y lo espiritual. La armonización de las relaciones a través de prácticas rituales, ceremoniales, bailes y cantos se constituye en afirmación de la cultura como parte de la memoria viva en su relación con la biodiversidad (figura 5).

Este sistema ecocultural condensa el conocimiento de la diversidad de la selva y las prácticas de siembra (plantas sagradas, medicinales, alimenticias y tintóreas), asociadas con los ciclos reproductivos de plantas y animales, las relaciones ecológicas, la fertilidad de los suelos, los periodos de lluvia y tiempo seco. El calendario etnoeco-

lógico se constituye en un indicador de las dinámicas ecológicas que orienta la organización y planeación del trabajo de la chagra, teniendo en cuenta el permiso espiritual por parte de los sabedores en el mambadero o maloca empleando para ello las plantas sagradas, y la curación en terreno, para que se tengan buenas cosechas y se eviten accidentes. Esto se logra a través del diálogo con la naturaleza y los dueños espirituales, siguiendo las dietas que forman parte del sistema normativo por parte de quienes intervienen durante todo el ciclo de preparación de la porción de selva (chagra de monte bravo), la selección de semillas, la siembra, el cuidado hasta la obtención de la cosecha y el compartir comunitario que después de un tiempo llevará al abandono total o parcial y el inicio de un nuevo ciclo en otra porción del bosque húmedo tropical en la Amazonía.

Este conocimiento sobre la dinámica de la selva en correspondencia con la apertura de chagras en monte bravo y el empleo de las chagras de rastrojo permite comprender el manejo que se hace de este complejo territorial por ciclos como un todo interrelacionado según los periodos de verano y de lluvias en el año, y según la fertilidad de los suelos y los ciclos reproductivos de animales y plantas. Así, tras diversas generaciones, se ha logrado incrementar las variedades de plantas como la yuca (agrobiodiversidad) en un complejo sistema agroforestal dinámico. Allí las chagras también representan ciclos que, una vez concluyen, se abandonan, principalmente por la reducción de nutrientes en los suelos, lo cual repercute en una cosecha reducida, aunque puede prolongarse por un tiempo al mantener algunas plantas en cultivo como la coca, la piña y otras plantas frutales. Según Acosta *et al.* (2011, p. 40),

La regeneración del suelo bajo rastrojo comienza tan pronto como se haya formado una cobertura vegetal continua. La regeneración de las condiciones químicas depende de la producción de residuos por la descomposición de vegetales y esta a la vez, de las dinámicas de los rastrojos. Durante los primeros 4 o 5 años se puede observar un aumento de la capa húmica. A medida que el rastrojo se vuelve más viejo comienza a surgir especies de la selva primaria.

El abandono de la chagra también implica una devolución a los dueños espirituales para su regeneración. Una vez se cierra el ciclo, puede iniciar uno nuevo de apertura de chagra en otro lugar del terri-

torio, constituyéndose en un sistema muy eficiente del conocimiento y aprovechamiento regulado de su entorno. Así mismo, se mantienen las prácticas de pesca y caza como base de su sustento al formar parte de su acontecer histórico, lo cual también permite dar cuenta de un paisaje humanizado (Toledo *et al.*, 2019) que ha logrado contribuir a la sustentabilidad de la selva amazónica y a hacer de esta una de las regiones más biodiversas del planeta (Pérez, 2019).

CONSIDERACIONES FINALES

Las concepciones de biodiversidad permiten dimensionar la variedad de formas de significar y producir representaciones de este constructo. Desde el contexto de la ciencia como sistema cultural y desde los pueblos milenarios de la Amazonía es importante reconocer las diferentes formas de producir significados acerca de la diversidad de la vida y de relacionarse con esta, los cuales invitan a una reflexión crítica, especialmente en un periodo en el cual se reconoce el alto riesgo que representa la pérdida no solo de diversidad biológica, sino también cultural y lingüística (Loh y Harmon, 2014), principalmente por un sistema de explotación sostenido de la naturaleza y de mercantilización como expresión de un modelo occidental globalizante que se ha instalado en diferentes regiones del mundo y que en la actualidad sigue comprometiendo la cobertura vegetal. En el 2016 se calculó en 70 074 hectáreas la pérdida de la Amazonía colombiana y para el 2017 la cifra ascendió a 144 147 hectáreas (IDEAM, 2018), datos que muestran una alta afectación de las diversidades en esta región.

Las áreas de ciencias, que por décadas operaron de manera separada según sus objetos de conocimiento, en la actualidad empiezan a considerar la necesidad de trabajar de manera conjunta dada la complejidad de relaciones entre las diversidades biológica, cultural y lingüística, las cuales requieren de un abordaje integrador, especialmente al comprender su importancia como parte de la trama y sustentabilidad de la vida. Esto también implica un compromiso político, ético y social en el reconocimiento de estas diversidades y en la visibilización de los pueblos milenarios que por siglos fueron marginados y, en algunos casos, asimilados por la cultura hegemónica, poniendo en riesgo sus conocimientos y tradiciones. Según lo expresado por representantes del pueblo uitoto-muruy, esto permite dimensionar la riqueza y complejidad de su pensamiento, que durante varios siglos ha hecho de esta región una de

las más biodiversas del planeta, aportando significativamente a la agrobiodiversidad y al sostenimiento de la selva humanizada.

En este trabajo se puede apreciar la correspondencia entre el pensamiento, la palabra y la obra del pueblo uitoto-muruy según su filosofía de vida, desde el nombrar propio y las maneras de concebir y significar la biodiversidad, como lo enuncia la maestra en formación inicial, como un todo integrado que se simboliza en el baile del “yua+” y que desde la diversidad clánica también puede representar variaciones que permiten enriquecer y dinamizar su sistema de conocimientos desde las prácticas epistémicas que se construyen en relación con su entorno (Pérez, 2019). Estas formas de concebir la biodiversidad muestran una coherencia con sus prácticas culturales en las que se teje y se sostiene el mundo.

Estos conocimientos requieren ser considerados en la educación en general, en los estudios sobre concepciones con profesores y en los procesos de formación de profesores sensibles a la interculturalidad (Yuen, 2010). Esto posibilita el establecimiento de puentes entre conocimientos (Melo, 2017), entendiendo cada sistema como potencialidad más que como obstáculo a la hora de enseñar ciencias (Molina y Utges, 2011; Molina, 2017) que involucren el contexto (Vázquez y Manassero, 2019), de modo que contribuyan a dotar de significados y sentidos el hecho de hacer parte de un país biodiverso, pluriétnico y multicultural. Además, se debe avanzar hacia una agenda de investigación de la educación en ciencias y la formación inicial de profesores desde una perspectiva intercultural que permita aportar en la transformación de realidades del país en favor de estas diversidades.

245

REFERENCIAS

- Acosta, L. E., Pérez, M., Juragaro, L., Nonokudo, H., Sánchez, G., Zafiana, Á., Tejada, J., Cobete, O., Efaiteke, M., Farekade, J., Giagrekudo, H. y Neikase, S. (2011). *La chagra en La Chorrera: más que una producción de subsistencia, es una fuente de comunicación y alimento físico y espiritual, de los Hijos del Tabaco, la Coca y la Yuca dulce. Los retos de las nuevas generaciones para las prácticas culturales y los saberes tradicionales asociados a la biodiversidad*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi)/Asociación Zonal Indígena de Cabildos y Autoridades Tradicionales de La Chorrera (Azicatch).

- Angermeier, P. y Karr, J. (1994). Biological integrity versus biological diversity as policy directives: Protecting biotic resources. *BioScience*, 44(10), 690-697.
- Ángel-Maya, A. (1995). *La fragilidad ambiental de la cultura*. Instituto de Estudios Ambientales/Universidad Nacional de Colombia.
- Arrieta, N. (2007). Conocimiento tradicional y biodiversidad zenú, San Andrés de Sotavento, Colombia. En L. M. Donato, E. M. Escobar, P. Escobar, A. Pazmiño y A. Ulloa (Eds.), *Mujeres indígenas, territorialidad y biodiversidad en el contexto latinoamericano* (pp. 157-164). Universidad Nacional de Colombia.
- Bruner, J. (1988). *Realidad mental y mundos posibles*. B. López (trad.). Gedisa.
- Bruner, J. (2006). *Actos de significado: más allá de la revolución cognitiva*. Alianza.
- Cancillería de Colombia. (2018). *Chiribiquete es declarado patrimonio mixto de la humanidad por la Unesco*. <https://www.cancilleria.gov.co/newsroom/news/chiribiquete>
- Castaño-Uribe, C. (2019). *Chiribiquete. La maloca de los hombres del jaguar*. Villegas Editores/Sura.
- Coburn, W., & Aikenhead, G. (1998). Cultural Aspects of Learning Science. En B. Fraser y K. Tobin (eds), *International Handbook of Science Education*. Londres: Kluwer Academic.
- Convention on Biological Diversity (CBD). (1992). United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>
- Contreras, D. (2009). El concepto de diversidad vegetal desde la etnia mapuche a la enseñanza formal en Chile. (Tesis doctoral). Recuperada de <http://hera.ugr.es/tesisugr/18512732.pdf>
- De la Hoz, N. (2007). Cultura y biodiversidad en el sur de la Amazonia. En S. L. Ruiz, E. Sánchez, E. Tabares, A. Prieto, J. C. Arias, R. Gómez, D. Castellanos, P. García y L. Rodríguez (Eds.), *Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana. Diagnóstico* (pp. 281-306). Corpoamazonia/Instituto Humboldt/Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi)/UAESPNN.
- Cumbre Para la Tierra. (1992). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, junio 3 – 14). (Trans-

- cripción en línea). Disponible: http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost/conf.htm
- Ehrlich, P. R. y Pringle, R. M. (2008). Where does biodiversity go from here? A grim business-as-usual forecast and a hopeful portfolio of partial solutions. *The National Academy of Sciences*, 105(1), 11579-11586.
- Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: una visión antropológica. *Boletín de la Sociedad Colombiana de Epistemología*, III(10-11), 65-80.
- Eldredge, N. (2001). *La vida en la cuerda floja. La humanidad y la crisis de la biodiversidad*. Editorial Metatemas.
- Escobar, A. (1999). *Comunidades negras de Colombia: en defensa de la biodiversidad, territorio y cultura*. <http://www.unc.edu/~aescobar/text/esp/>
- Farekatde, G. y Henao, L. (2009). Percepción local del proceso de etnoeducación en La Chorrera, Amazonas-Colombia. *Biografía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 2(3), 124-131.
- García Canclini, N. (2004). *Diferentes, desiguales y desconectados. Mapas de la interculturalidad*. Gedisa.
- Gaston, K.J. & J.I. Spicer. (2004). *Biodiversity: An introduction*. Blackwell Publishing, Oxford, United Kingdom.
- Geertz, C. (1973). *The Interpretation of Cultures*. Basic Books.
- Geertz, C. (1987). *La interpretación de las culturas*. Gedisa.
- Geertz, C. (1996). *Los usos de la diversidad*. Paidós.
- Ghilarov, A. (1996). What does "biodiversity" means: Scientific problem or convenient myth? *Trends in Ecology and Evolution*, 11(7), 304-306.
- Grenier, L. (1998). *Working with indigenous knowledge. A guide for researchers*. International Development Research Centre.
- Gutiérrez, N. (2016). Distribución y ocupación del espacio. Las estructuras de los asentamientos en el área cultural tairona y su relación con el medio natural. En B. Carrera y Z. Ruíz (Eds.), *Abya Yala Watgeykun. Artes, saberes y vivencias de indígenas americanos* (pp. 198-219). Creación y Patrimonio Iberoamericanos en Redes.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2018). *Sistema de monitoreo de bosques y carbono (SMByC) Colombia*. <http://www.ideam.gov.co/documents/24277/76321271/SMByC3er>

- Jeffries, M. (1997). *Biodiversity and conservation*. Routledge.
- Koricheva, J. y Siipi, H. (2004). The phenomenon of biodiversity. En M. Oksanen y J. Pietarinen (Eds.), *Philosophy and biodiversity*. Cambridge University Press.
- Loh, J. y Harmon, D. (2014). *Biocultural diversity: Threatened species, endangered languages*. WWF Netherlands.
- Lovejoy, T. E. (1980) *The Global 2000 Report to the President* (Vol. 2) (The Technical Report) (Barney, GO., ed.), pp. 327-332.
- Maffi, L. (2005). Linguistic, cultural, and biological diversity. *The Annual Review of Anthropology*, 29, 599-617.
- Maffi, L. (2008). *Talking diversity. The diversity of the life is biological, cultural and linguistic*. World Conservation.
- Mauss, M. (1979). *Sociología y antropología*. Editorial Tecnos.
- Melo, N. (2017). Los puentes en la enseñanza de las ciencias: un compromiso para comprender las investigaciones sobre las relaciones entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 42, 43-61.
- Molina, A. (2005). El "otro" en la constitución de identidades culturales. En C. Piedrahita y E. Paredes (Eds.), *Cultura política, identidades y nueva ciudadanía* (pp. 139-169). V. 2. Sic LTDA.
- Molina, A. (2010). Una relación urgente: enseñanza de las ciencias y contexto cultural. *Revista EDUCyT*, 1(1), 76-88.
- Molina, A. (2017). Algunas aproximaciones a una perspectiva intercultural: entre discursos generales de la educación y específicos centrados en la naturaleza de lo que se quiere enseñar. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 42, 7-21. <https://doi.org/10.17227/01203916.6971>
- Molina, A. y Utges, G. (2011). Diversidad cultural, concepciones de los profesores y los ámbitos de sus prácticas. Dos estudios de caso. *Revista de Enseñanza de la Física*, 24(2), 7-26.
- Molina, A., Mosquera, C., Utges, G., Mojica, L., Cifuentes, M., Reyes, D., Martínez, A. y Pedreros, R. (2014). *Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Oksanen, M. y Pietarinen, J. (Eds.). (2004). *Philosophy and biodiversity*. Cambridge University Press.

- Olivé, L. (2009). Por una auténtica interculturalidad basada en el reconocimiento de la pluralidad epistemológica. En E. Sader (Ed.), *Pluralismo epistemológico* (pp. 19-30). Clacso/Organización de las Naciones Unidas (ONU).
- Pérez, A. (2007). Conocimiento tradicional de las mujeres mayas: su participación y biodiversidad en Guatemala. En L. M. Donato, E. M. Escobar, P. Escobar, A. Pazmiño y A. Ulloa (Eds.), *Mujeres indígenas, territorialidad y biodiversidad en el contexto latinoamericano* (pp. 141-151). Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez, M. R. (2013a). La biodiversidad en el contexto educativo. Múltiples miradas en el escenario mundial. *Revista Nodos y Nudos*, 4(35), 63-75.
- Pérez, M. R. (2013b). Concepciones de biodiversidad: una mirada desde la diversidad cultural. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 6(12), 133-151.
- Pérez, R. (2016). *Diversidad cultural y concepciones de biodiversidad de docentes en formación inicial de la Licenciatura en Biología* [tesis de doctorado inédita]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Pérez, R. (2019). Concepciones de biodiversidad y prácticas de cuidado de la vida desde una perspectiva cultural. Reflexiones a propósito de la formación de profesores de biología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 45, 17-34.
- Plazas de Nieto, C., Falchetti, A. M. y Sáenz Obregón, J. (1980). Investigaciones arqueológicas en el río San Jorge. *Boletín Museo del Oro*, (6), 1-18. <https://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/bmo/article/view/7339>
- Pohl-Valero S. (2012). Perspectivas culturales para hacer historia de la ciencia en Colombia. En M. Hering Torres y A. Pérez (Eds.), *Historia cultural desde Colombia* (pp. 399-430). Universidad Nacional de Colombia/Pontificia Universidad Javeriana/Universidad de los Andes.
- Porras-Contreras, Y. y Pérez-Mesa, M. (2019). Identidad ambiental: múltiples perspectivas. *Revista Científica*, 34(1), 123-138.
- Posey, D. (2008). Indigenous management of tropical forest ecosystems. The case of Kayapó indians of the Brazilian Amazon. En M. Dove y C. Carpenter (Eds.), *Environmental anthropology. A historical reader* (pp. 89-101). Blackwell Publishing.

- Ramírez, C. (2005). La perspectiva de los wayúu sobre los conocimientos y la biodiversidad. Pueblo wayúu, La Guajira, Colombia. En E. Escobar, P. Escobar, A. Pazmiño y A. Ulloa (Eds.), *Las mujeres indígenas en los escenarios de la biodiversidad* (pp. 39-42). UICN/Fundación Natura Colombia/ICANH.
- Román, R. (2005). La chagra: materialización del saber indígena entre los huitoto, Amazonas, Colombia. En E. Escobar, P. Escobar, A. Pazmiño y A. Ulloa (Eds.), *Las mujeres indígenas en los escenarios de la biodiversidad* (pp. 35-37). UICN/Fundación Natura Colombia/ICANH.
- Salazar, C. y Riaño, E. (2015). *Perfiles urbanos en la Amazonia colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi).
- Sarkar, S. (2008). *Biodiversity and environmental philosophy*. Cambridge University Press.
- Solbrig, O. T. (1994). Biodiversity: An introduction. En O. T. Solbrig, H. M. van Emden, y P. G. W. J. van Oordt, (Eds.), *Biodiversity and global change*. CAB International. p. 13.
- Takacs, D. (1996). *The idea of biodiversity: Philosophy of paradise*. The Johns Hopkins University Press.
- Toledo, V. M. y Barrera-Bassols, N. (2008). *Memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria.
- Toledo, V. M., Barrera, N. y Boege, E. (2019). *¿Qué es el diversidad biocultural?* Universidad Nacional Autónoma de México/Red para el Patrimonio Biocultural, Conacyt.
- Ulloa, A. (2004). *La construcción del nativo ecológico*. Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH).
- Urbina, F. (2010). *Las palabras del origen. Breve compendio de la mitología de los uitotos*. Ministerio de Cultura.
- Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa.
- Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mas, M. A. (2019). La educación de ciencias en contexto: Aportaciones a la formación del profesorado. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (46), 15-37. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-10538>
- Wilson, E. (1997). Introducción. En M. Reaka-Kudla, D. Wilson y E. Wilson (Eds.), *Biodiversity II* (pp. 1-3). Joseph Henry Press.
- Yuen, C. (2010). Dimensions of diversity: Challenges to secondary school teachers with implications for intercultural teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), 732-774.

Biodiversidad en contextos territoriales-amazonia

Édgar Francisco Prieto Piraquivel

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad ha tenido una mirada diferencial desde las mismas construcciones culturales de los diferentes grupos humanos. Los pueblos originarios amazónicos han mantenido desde tiempos inmemoriales una relación de manejo e interacciones con la naturaleza que han permitido su existencia hasta el presente siglo. Sin embargo, entre otros aspectos, la falta de incorporación de esos conocimientos debidamente validados en el territorio dentro de las decisiones de manejo fundamentadas en el conocimiento científico ha dificultado el éxito y buen desempeño en muchos procesos de conservación de la biodiversidad. El presente trabajo es el resultado de aproximadamente dos décadas de investigación y aporta aspectos del conocimiento y la conservación de la biodiversidad a nivel local como elementos complementarios para la comprensión de procesos ecosistémicos y de las relaciones que se pueden establecer entre los componentes biológicos y culturales. Esto permitirá su apropiación a través de procesos educativos

a través del diálogo de saberes, que puede ser utilizado tanto para la generación de conocimiento científico como para fortalecer procesos de apropiación por parte de las comunidades.

La diversidad biológica amazónica está conformada por la presencia de vida en los diferentes ecosistemas del bioma de la Amazonía, los cuales cuentan con gran variedad de animales, plantas, hongos y microorganismos que establecen diferentes formas de relacionarse, donde uno de los beneficiados y a la vez el principal depredador es el ser humano. Así, se puede mencionar algunos insectos que hacen parte de mitos como la machaca; insectos con mudas; insectos predadores como las mantis; larvas; mamíferos nocturnos; mamíferos diurnos; osos hormigueros; jaguares; monos; manatíes; peces; delfines; nutrias; vacas marinas; reptiles; diferentes plantas; hongos; crustáceos; plantas de uso alimenticio como la yuca y la piña, y de uso ritual como la coca, el tabaco y la ayahuasca; plantas para la fabricación de viviendas y artesanías; plantas de uso medicinal. Sin embargo, hoy en día estos ecosistemas se encuentran amenazados por la acción antrópica y se hace mayor eco en noticieros acerca de la acelerada pérdida de biodiversidad. El esfuerzo de algunas organizaciones locales y extranjeras es mínimo cuando se trata de luchar contra monocultivos, explotación de especies y minera dado el monto de los intereses económicos cortoplacistas que allí se manejan. El valor a largo plazo de la biodiversidad amazónica lo comprenden algunos intelectuales y, desde su poblamiento, los habitantes ancestrales del territorio desde el punto de vista de la armonía ecológica que representa para la región y el planeta, dado que no solo son importantes las interacciones locales, sino también la interacción con el océano y la atmósfera para mantener el funcionamiento del planeta.

La Amazonía es una extensión de 7,4 millones de km² que representa 5 % del área continental mundial, presente en territorio de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela (Cepal y Patrimonio Natural, 2013). Se estima que los bosques amazónicos ofrecen la mayor biodiversidad de flora y fauna del planeta, y en su superficie pueden cohabitar el 50 % del total de las especies vivas existentes. La Amazonía cuenta en la actualidad con la mitad de la biodiversidad mundial, por lo que su destrucción puede significar que las futuras generaciones no disfruten del bienestar asociado con la diversidad genética. La cuenca del río Amazonas tiene

una longitud de 6712 km, la más larga del mundo, con un promedio de 230 000 m³ de agua por segundo, que corresponde a cerca del 20 % del agua dulce de la superficie terrestre mundial. Este bioma es reconocido por ser productor de servicios ecosistémicos y de control climático de alcance planetario (Cepal y Patrimonio Natural, 2013; Van der Sleen y Albert, 2018).

En Colombia, en el 2010 el bosque amazónico presentaba una extensión cercana a los 48 millones de hectáreas, equivalentes a los dos tercios del total de los bosques de Colombia (Cepal y Patrimonio Natural, 2013). La porción colombiana, ubicada en el confín noroccidental de la gran cuenca, representa 6,4 % del total del bioma amazónico y 41,8 % del territorio nacional (Rivera *et al.*, 2008).

Gracias a que la Amazonía colombiana está relativamente bien conservada, el país es considerado megadiverso: posee el 10 % de la biodiversidad mundial en tan solo el 0,7 % de la superficie terrestre. En relación con el total nacional, en la región amazónica se encuentran el 70 % de mamíferos (317 especies), 70 % de peces continentales, 51 % de reptiles (258 especies), 40 % de anfibios (233 especies), 35 % de aves (616 especies), y más de 25 000 especies de flora (Cepal y Patrimonio Natural, 2013).

253

Su importancia hidrográfica se deriva de su posición en el extremo noroccidental de la gran cuenca, en donde nacen el mayor afluente del río Orinoco (río Guaviare), dos de los mayores afluentes septentrionales del río Amazonas, el río Caquetá (en portugués río Japurá) y Putumayo (en portugués río Içá), y las cabeceras occidentales del río Negro con el río Guainía, río Isana y río Vaupés (conocido como Uaupés en Brasil) (Caballar, 2005). Entre los afluentes del Caquetá es importante tener en cuenta los ríos Orteguzza, Caguán, Yará y Apaporis, cada uno con varios tributarios. Y entre los que vierten sus aguas al Putumayo, río que nos sirve de límite con el Perú, cabe citar el río Cotuhé que desemboca por su margen derecha en tierras del trapecio amazónico (Domínguez, 1985).

BIODIVERSIDAD

La diversidad biológica ha sido descrita como la propiedad de los seres vivos de ser variados, siendo definida como la diversidad total y la variabilidad de las cosas vivientes y de los sistemas de los cuales hacen parte (Suárez Mayorga y Bello, 2012). Esta definición cubre todo

el rango posible entre los sistemas y los organismos, y las relaciones estructurales y funcionales dentro y entre los diferentes niveles de organización que abarcan genes, poblaciones, especies, comunidades biológicas, ecosistemas, paisajes y biomas (Primack *et al.*, 2001; Suárez y Bello, 2012).

La biodiversidad generada por fenómenos naturales es un concepto que abarca muchos temas que refieren a la variedad de paisajes, los tipos de vegetación genética y las especies existentes en un área determinada. Los estudios en biodiversidad actualmente se concentran en plantas superiores y animales vertebrados. Son muy escasos los estudios sobre la biodiversidad de plantas inferiores y animales no vertebrados, por lo tanto la investigación de los microorganismos es algo que se encuentra en constante construcción debido a la cantidad de especies existentes y aún desconocidas en su gran mayoría, al igual que las interacciones que generan para el buen funcionamiento de los ecosistemas (Toledo *et al.*, 2019).

Diversidad biológica en la región amazónica

254

De la gran masa continental emergida hace más de 1700 millones de años, que a lo largo del tiempo ha llegado a constituir América del Sur (Castaño-Uribe, 2019), destaca la formación forestal más grande del mundo constituida por más de siete millones de kilómetros cuadrados (Castaño-Uribe, 2019; Domínguez, 1985; Van der Sleen y Albert, 2018). Está bañada por un curso de agua bien denominado en portugués “O rio mar” con una longitud de 6712 kilómetros (Van der Sleen y Albert, 2018), desde los tributarios andinos de las cabeceras, pasando por las selvas húmedas de las cuencas de los afluentes del río Amazonas, que van a drenar al océano Atlántico en la costa brasileña, lo que conforma un inmenso tapete verde que va del norte al centro de esta región continental.

Los factores climáticos, edáficos, geológicos y ambientales provocan cambios notables sobre la conformación de la flora y fauna. Así, la gran Amazonía no es para nada homogénea, sino que, por el contrario, está constituida por una multitud de formaciones vegetales que van cambiando a lo largo de los territorios de la cuenca del gran río (Domínguez, 1985). Este inmenso territorio además se encuentra biogeográficamente asociado a la cordillera de los Andes, el Gran Chaco y la Catinga brasileña, y sirve de conexión para el intercam-

bio tanto de biota como de grupos humanos entre norte y sur desde tiempos pretéritos (Castaño-Uribe, 2019).

La conformación de las grandes masas continentales y los sucesivos cambios que han tenido a lo largo de la historia permiten evidenciar las transformaciones que ha tenido la vida a lo largo del tiempo en la Amazonía. Así, se encuentran los primeros registros fósiles de organismos vivos correspondientes al Paleoceno medio de hace aproximadamente unos 45 millones de años, según Hoorn y Wesselingh (2009). Esas formas permiten apreciar cómo eran las condiciones ambientales y climáticas en épocas pasadas (Albert y Reis, 2011; Cala-Cala, 2019) y a su vez son evidencia de los cambios que va teniendo la vida a lo largo del tiempo, lo que también ha permitido la generación de nuevos espacios y de nuevos ambientes en donde se pueden desarrollar múltiples relaciones entre los organismos, que finalmente han permitido la conformación de las comunidades bióticas que encontramos presentes en la Amazonía en la actualidad.

La alta pluviosidad de la Amazonía colombiana mantiene diversos ecosistemas y regula el clima a nivel regional y global, lo cual es un importante aporte al cambio climático. Así mismo, nutre el cauce de los diferentes ríos que alimentan al Amazonas, donde nacen los ríos Orinoco, Putumayo, Apaporis, Guainía, Caquetá, Guaviare y Vaupés (Guio-Rodríguez y Rojas-Suárez, 2019). Es importante siempre tener el contexto territorial enmarcado por el gran río Amazonas, que es el motor de los procesos ecológicos que involucran tanto a los humanos como al resto de organismos que han estado relacionados a través de sus interacciones en los procesos bióticos ocurridos desde que este curso de agua fluyó por lo que hoy llamamos Suramérica. De la misma manera, es fundamental comprender la acción climática que permite los procesos del denominado ciclo hidrológico (aguas altas, aguas en descenso, aguas bajas y aguas en ascenso) que se presentan en el río y sus afluentes, los cuales generan el funcionamiento de los diferentes ecosistemas amazónicos.

En la Amazonía colombiana, la alta diversidad de manifestaciones físicas y bióticas está representada en un total de 170 tipos generales de ecosistemas y una gran variedad de coberturas vegetales. El bosque húmedo tropical se extiende sobre cerca del 65 % de su extensión e incluye aproximadamente el 67 % de los bosques del país, mientras que coberturas herbáceas y arbustivas, asociadas a forma-

ciones rocosas, se extienden sobre cerca de la sexta parte de la región. Otras coberturas como aquellas asociadas a áreas de alta influencia acuática, en llanuras aluviales y zonas pantanosas, y coberturas herbáceas sobre altillanuras —sabanas del Yarí y la Fuga— cubren el 12 % y 3,4 % respectivamente. Finalmente, diferentes tipos de coberturas que crecen en las áreas de montaña de la vertiente oriental de la cordillera andina ocupan el 4,7 % de la Amazonía (Guio-Rodríguez y Rojas-Suárez, 2019).

Respecto a la diversificación de la fauna en este sector, al ser un área de transición y de contacto con diferentes regiones geológicas, biogeográficas, climáticas e hidrológicas, hay una alta diversidad, aspecto que se ha podido constatar a partir de la superposición de géneros y especies tanto del Orinoco, como de las Guayanas y de la Amazonía. Este aspecto también se ha registrado para la fauna acuática aunque con mayores restricciones debido tanto a diferencias en las variables físicas y químicas de los tipos de aguas amazónicas, como a barreras de tipo geográfico infranqueables para ciertos organismos (Domínguez, 1985; Rodríguez, 2006; Sanabria-Ochoa *et al.*, 2007). Entre los organismos acuáticos, los peces destacan debido a su importancia tanto cultural como en ámbitos tróficos y económicos para las comunidades humanas amazónicas desde tiempos inmemoriales. En la actualidad la pesca constituye el primer renglón económico de la región amazónica, y es la principal fuente de consumo de proteínas para las comunidades indígenas y colonos. En los lagos de Yahuaraca se estima un consumo diario por habitante de 400 gramos de pescado (Prieto-Piraquive, 2012a).

La fauna íctica se remonta al menos a unos 400 millones de años (Albert y Reis, 2011; Van der Sleen y Albert, 2018) y para la región amazónica hay indicios de la fauna de peces hace unos 60 millones de años (Albert y Reis, 2011; Cala-Cala, 2019). Según los registros más recientes publicados, la diversidad íctica para la Amazonía colombiana corresponde a 706 especies (Do-Nascimento *et al.*, 2017) Orinoco: 663, Caribbean: 223, Magdalena-Cauca: 220, Pacific: 130; and 3. Number of endemic species: 374 (76% from the trans-Andean region. En particular para el trapecio amazónico se tienen registradas 344 especies (Rodríguez, 2006); en el sector de los lagos de Yahuaraca y sus quebradas, que han sido de las zonas de mayor investigación en el ámbito amazónico colombiano, hay un registro de 206 especies

(Prieto-Piraquive, 2018). En esta zona se han realizado investigaciones en ámbitos taxonómicos, ecológicos, de biología pesquera y de etnoictiología, entre otros (Bonilla-Castillo y Agudelo, 2013; Fernández *et al.*, 2017; Rodríguez, 2006; Pelayo-Villamil *et al.*, 2012; Prieto-Piraquive, 2012a, 2012b, 2012c, 2018; Prieto-Piraquive *et al.*, 2010; Prieto-Piraquive y Corredor, 2018; Van Vliet, 2012).

Diversidad cultural y conocimiento tradicional en la Amazonía colombiana

La definición que se plantea desde el texto ¿Qué es la diversidad biocultural? (Toledo *et al.*, 2019) implica los diferentes procesos cognitivos que han permitido a los colectivos humanos, a través de expresiones tangibles e intangibles, la conformación de proceso de apropiación de conocimientos, a partir de los cuales han llegado a establecer relaciones con sus semejantes y con los otros componentes de la naturaleza. Dentro de esos procesos culturales, el conocimiento tradicional ha sido referido como el aprendizaje, las innovaciones y las prácticas de los indígenas y las comunidades alrededor del mundo, el cual se ha desarrollado a partir de la experiencia de tiempos anteriores respecto al ambiente y a las culturas locales (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2005). Los estudios en los que se ha involucrado el conocimiento local permiten un rápido acceso a información que puede ser validada y utilizada para investigaciones científicas relacionadas con la conservación y el manejo de los recursos (Begossi *et al.*, 1999; Garcez y Sánchez-Botero, 2006). El reconocimiento de que las diversas fuentes de conocimiento local y tradicional de las poblaciones indígenas son necesarios y útiles para mantener la sostenibilidad de los recursos naturales ha sido puesto de manifiesto recientemente por los estudios de la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos (IPBES) (Díaz *et al.*, 2015).

Entre los diversos componentes del conocimiento tradicional se ha trabajado la etnoictiología, cuya definición fue utilizada por primera vez hacia finales de la década de los sesenta (Morrill, 1967), interpretada como la interacción de la especie humana con los recursos ícticos para diferentes usos y contextos.

La diversidad generada por el ser humano: a pesar del poco tiempo que lleva el ser humano en la tierra ha sido un protagonista

de los procesos de diversificación en la historia natural. Dentro de la biodiversidad de plantas y animales silvestres se considera importante tener en cuenta los animales y las plantas domesticados (Toledo, 2013; Toledo et al., 2019).

En relación con la importancia de los elementos recopilados desde el conocimiento tradicional, es fundamental tener en cuenta que parten desde las experiencias del territorio con todos los componentes de su entorno tanto bióticos como abióticos. Así, es importante resaltar el cambio de paradigma que se puede desarrollar desde esta visión, en la cual no se aprecia la naturaleza desde una noción mercantilista a través de la cual los organismos y sus relaciones están al servicio del humano, sino que se aprecia como los entrelazados que se presentan entre los diferentes organismos y los ambientes en los cuales se desarrollan desde tiempos pretéritos pueden ser considerados desde la concepción de unos componentes fundamentales (CF) que son necesarios para mantener la vida en el planeta.

El conocimiento tradicional de los peces amazónicos ha sido manifestado en documentos elaborados en diferentes sectores de la Amazonía colombiana (Duque, 2009; Fernández et al., 2017; Trujillo et al., 2018; Yucuna, 1983), los cuales han permitido una mejor aproximación a los procesos ecológicos y a conocer las relaciones que las comunidades ancestrales han establecido con esos organismos.

Las comunidades humanas en la Amazonía han tenido relación con los organismos desde que iniciaron sus asentamientos, como se puede evidenciar en las pinturas rupestres, de las cuales recientemente hemos podido ir aprendiendo a través de las exploraciones en las paredes rocosas del Parque Nacional Natural del Chiribiquete (Castaño-Uribe, 2019). Allí se evidenciaron las relaciones establecidas entre las comunidades ancestrales y los organismos, como las plantas, lo que significa un reconocimiento entre los diversos mundos. Así también, se manifiestan las fuerzas de la naturaleza que estos hombres ancestrales intentaban conocer. En 1986, por cosas de la rutina de su trabajo en Parques Nacionales Naturales de Colombia, el antropólogo colombiano Carlos Castaño Uribe encontró rocas de 2000 millones de años y 70 000 pinturas rupestres en la zona de Chiribiquete que datan de al menos 19 000 años de antigüedad, siendo el hallazgo más importante en términos de culturas dada la escasa información que se tiene de esta región olvidada del país (Castaño-Uribe, 2019).

La diversidad cultural en la Amazonía colombiana está representada en las etnias relacionadas a continuación en cada uno de sus departamentos:

- *Departamento de Amazonas*: está habitado por las etnias andoke, barasana, bora, cocama, inga, karijona, kawayarí, kubeo, letuama, makuna, matapí, miraña, nonuya, ocaina, tanimuka, tariano, tikuna, uitoto, yagua, yauna, yukuna y yuri.
- *Departamento de Guainía*: actualmente habitado por las etnias kurripako, piapoco, puinave, sicuani, yeral, guaviare, desano, guayabero, karijona, kubeo, kurripako, nukak, piaroa, piratapuyo, puinave, sikuani, tucano y wanano.
- *Departamento del Vaupés*: habitado por las etnias bara, barasana, carapana, desano, kawayarí, kubeo, kurripako, makuna, nukak, piratapuyo, pisamira, siriano, taiwano, tariano, tatuyo, tucano, tuyuka, wanano y yurutí.
- *Departamento del Vichada*: habitado por los kurripako, piapoco, piaroa, puinave, sáliba y sikuane.
- *Departamento de Caquetá*: está habitado por los andoke, coreguaje, coyaima, embera, embera katio, inga, makaguaje, nasa y uitoto.
- *Departamento de Putumayo*: habitado por las etnias awa, coreguaje, embera, embera katio, inga, kamëntsa, kofán, nasa, siona y uitoto (DANE, 2005).

259

Según el censo del 2018 realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2020), en el país había un estimado poblacional de 1 905 617 personas que se reconocían como indígenas y para el sector de la Amazonia colombiana se registraron 168 572 indígenas. En cuanto a la diversidad cultural, la Amazonía está habitada por 62 de los 85 pueblos indígenas identificados en el país; cabe resaltar la presencia de algunos pueblos indígenas en aislamiento o estado natural (Guio-Rodríguez y Rojas-Suárez, 2019).

En la actualidad falta tener los estimados del último censo poblacional realizado en el 2018. Sin embargo, como producto de la pandemia del coronavirus generada por la covid-19 y de los incendios para ampliación de la frontera agrícola y comercio de especies, es

probable que muchas etnias se vean afectadas y su población disminuida. En este sentido, por lo menos para el sector del Parque Nacional Natural de Chiriquete se tienen registros de grupos étnicos no contactados que pueden desaparecer sin que se logre conocer cómo ha sido su relación con su entorno natural y sus procesos culturales, lo cual incrementaría el mayor proceso de extinción de culturas que se viene presentando en la actualidad de manera global (Davis, 2015).

ESTUDIO DE CASO YAHUARCACA

Primeros años

La obtención de los datos acerca del conocimiento tradicional que maneja esta comunidad indígena fue alcanzada a través de diferentes actividades, entre las que se destacaron: presentar a los miembros de la comunidad los objetivos y las perspectivas del proyecto; luego, incorporar dos colaboradores indígenas del Resguardo Ticuna Cocama de La Playa (RTCLP), quienes después apoyaron como coinvestigadores en el proceso de recopilación a través de la cartilla “La playa y los lagos de Yahuaraca en la Amazonía colombiana”, elaborada por Jesús Damaso, de la información de los aspectos tradicionales que sus ancestros conocían y aún aplican: la toponimia de su entorno, los procesos naturales que suceden en su ambiente, su historia de poblamiento, sus actividades económicas y la información bioecológica y pesquera de las especies ícticas que habitan en los lagos de Yahuaraca.

Para ello se realizaron entrevistas y conversatorios con las personas mayores de la comunidad en las que también participaron los investigadores de las áreas biológicas y sociales. La información fue obtenida a través de talleres de educación ambiental y sensibilización dirigidos hacia los niños del resguardo que estudian en la escuela Santo Domingo Savio, a través de los cuales se evidenció el conocimiento del entorno y de la actividad pesquera por parte de los niños del RTCLP.¹

El otro producto elaborado consistió en cuatro afiches dibujados por los dos coinvestigadores indígenas en los que se ilustraron los

1. Las imágenes de los dibujos de los niños pueden ser visualizadas en las diapositivas 10 y 11 de la presentación disponible en <https://es.scribd.com/presentation/356117714/Recopilacion-de-Conocimiento-Local-Indigena-Ykk-017>

cambios en el paisaje que tienen los lagos de Yahuaraca en cada uno de los cuatro periodos del ciclo hidrológico del río Amazonas (aguas altas, aguas descendentes, aguas bajas y aguas ascendente). Se destacan los sitios principales reconocidos por los indígenas y cada mapa va acompañado por el dibujo (presencia) o la silueta (ausencia para ese momento) de las 86 especies identificadas que se encontraban en cada temporada respondiendo a la estacionalidad determinada por el ciclo hidrológico del río Amazonas²).

Luego de la elaboración e impresión de los documentos, y como parte de los compromisos establecidos al inicio del proyecto, se entregaron la cartilla “La Playa y los lagos de Yahuaraca en la Amazonía colombiana”, elaborada por Jesús Damaso y los cuatro afiches titulados “Lagos de Yahuaraca Amazonía colombiana: pulso de inundación, diversidad íctica y manejo local”, hechos por Jesús Damaso y Abrahan Ipuchima, a los miembros del RTCLP³

Después, con el apoyo de instituciones como la Universidad Nacional, sede Amazonia, y la Fundación Tropenbos Colombia, se elaboraron doce láminas por parte de los conocedores locales y artistas Jesús Damaso y Abrahan Ipuchima. En ellas se ilustraban las principales actividades que desarrollaban los miembros del RTCLP durante los meses de cada año, destacando su valor como fuente de preservación del conocimiento tradicional y del manejo de sus relaciones con la naturaleza, como pueden ser las fuentes alimenticias) como la yuca (*Manihot esculenta*)⁴.

En la segunda cartilla “Conocimiento ancestral indígena sobre los peces de la Amazonía: lagos de Yahuaraca” (Duque, 2009), se encuentra en fichas la recopilación de los aspectos bioecológicos y culturales de 86 especies acuáticas de los lagos, que son conocidas por los pescadores tikuna cocama. Los organismos identificados fueron 85 especies de peces y el delfín rosado (*Inia geoffrensis*), conocido como *omacha* en lengua ticuna, organismo que tiene una gran importan-

2. Las imágenes de los afiches pueden ser visualizadas en las diapositivas 14 y 15 de la presentación disponible en <https://es.scribd.com/presentation/356117714/Recopilacion-de-Conocimiento-Local-Indigena-Ykk-017>

3. Ver figura 33 en Prieto-Piraquive (2006: 98)

4. La imagen de la lámina puede ser visualizada en la diapositiva 19 de la presentación disponible en <https://es.scribd.com/presentation/356117714/Recopilacion-de-Conocimiento-Local-Indigena-Ykk-017>

cia dentro de las tradiciones míticas y culturales de los pueblos de la Amazonía colombiana (Kendall, 1999, citado en Prieto-Piraquive, 2006). De las especies ícticas registradas, se relacionaron 76 dentro de las especies de consumo, equivalentes al 86 % de las especies de consumo reportadas para la Amazonia colombiana (Lasso *et al.*, 2011).

La continuación del proceso de reconocimiento de la biodiversidad íctica y del conocimiento tradicional ecológico indígena que mantienen los habitantes del RTCLP se dio en el periodo entre el 2010 y el 2018 cuando se realizó inicialmente a partir de un proyecto para caracterizar la estructura trófica de los lagos de Yahuaraca. Así, a través del “diálogo de saberes” se pudo incorporar el conocimiento local como herramienta para configurar las redes tróficas en las temporadas de aguas altas y de aguas bajas, y establecer tanto las conexiones entre los diferentes niveles tróficos, como el acceso a las diversas fuentes de alimentación de los peces relacionadas con los cambios ecológicos que se van presentando a lo largo de las temporadas del ciclo hidrológico. También en este contexto se analizó cómo cambian las interacciones de los pobladores del RTCLP con los peces que les sirven de fuente alimenticia y para la obtención de ingresos económicos: entre estas tenemos los usos de diversos artes de pesca, los cambios en la composición de las pescas y el uso de diferentes carnadas según la estacionalidad climática presente en los lagos; en ese contexto, esta es la explicación que desde el conocimiento local se pudo establecer (Prieto-Piraquive, 2018):

La temporada de aguas altas se presenta durante abril y mayo; el nivel de expansión del río alcanza su máximo y se produce la inundación del bosque inundable aledaño, lo que genera nuevos tipos de alimento y ambientes para el desarrollo de los peces. Según los datos compilados por los pescadores locales, el proceso es el siguiente: durante mayo se produce la floración y fructificación de la vegetación⁵ tanto del bosque de inundación como de algunas plantas acuáticas, situación que es aprovechada por los peces comedores de frutos y semillas, entre los que destacan los carácidos de los géneros *Collossoma* y *Piaractus* (conocidos localmente como gamitana y paco). Durante

5. Una representación local de los lagos de Yahuaraca y su ictiofauna durante la temporada de aguas altas puede ser visualizada en la figura 2 disponible en <https://revistabioika.org/es/ecoando/post?id=4>

esta temporada, para las faenas de pesca, los pescadores locales utilizan principalmente las redes agalleras y mallas que se colocan entre ramas y troncos caídos en el bosque inundado en los denominados “pepeaderos” que son árboles en periodo de producción de frutos y semillas (pepas). El inicio del descenso de las aguas es reconocido por los pescadores locales a través de la observación de mayor cantidad de especies de peces que se trasladan a los gramalotes del río en relación con los que quedan en los gramalotes internos de las lagunas (Prieto-Piraquive, 2018).

En general, las investigaciones en diferentes sectores de la Amazonía han reconocido que los gramalotes son el componente más productivo de sus ecosistemas acuáticos. Sin embargo, mientras están vivos, su consumo es bajo por parte de los peces (Carvalho *et al.*, 2007). De hecho, solo algunos peces vegetarianos de la familia Anostomidae, como la lisa rayada (*Schizodon fasciatus*) y la lisa negra (*Rhytiodus microlepis*) se alimentan de ellos. Una vez muerto, el gramalote sirve de sustrato a una comunidad abundante de perifiton y perizoon que es consumida por gran cantidad de microorganismos y de peces juveniles. Al morir conforman la mayor cantidad del detrito del cual se nutren peces especializados pertenecientes a las familias Curimatidae y Prochilodontidae (conocidos localmente como cascudas, branquinhas y bocachicos), las cuales son el principal sustento para la pesca de consumo de las comunidades indígenas de los lagos de Yahuaraca (Prieto-Piraquive, 2012a).

La temporada de aguas bajas ocurre en los lagos de Yahuaraca durante agosto, pero en el río Amazonas se presenta entre septiembre y octubre. Durante esta temporada hay una menor oferta de hábitats con fuertes limitaciones para la mayoría de los peces, razón por la cual hay emigración masiva de especies que salen al canal principal del río y migran mientras se mantiene la conexión entre los lagos y el río⁶.

En esta temporada se genera un cambio en los artes de pesca utilizadas por los pescadores indígenas, pues ya no se usa tanto la malla sino la flecha aprovechando que muchos peces, debido a la

6. Una representación local de los lagos de Yahuaraca y su ictiofauna durante la temporada de aguas bajas puede ser visualizada en la diapositiva 27 de la presentación disponible en <https://es.scribd.com/presentation/356117714/Recopilacion-de-Conocimiento-Local-Indigena-Ykk-017>

deficiencia de oxígeno en los lagos, salen a “boquear” (denominación local de la respiración superficial acuática), aspecto que es aprovechado por los pescadores para ubicar sus presas y flecharlas.

Al descender el nivel de las aguas, en palos y restos vegetales podridos pueden quedar lombrices, conocidas localmente como sapanas, que son usadas como carnada por los pescadores. Además, en la vegetación de la orilla de los lagos pueden caer insectos terrestres como himenópteros (particularmente las hormigas de la familia Formicidae), coleópteros e isópteros, al igual que otros invertebrados como arácnidos y miriápodos que son consumidos por las palometas (*Mylossoma aureum* y *M. duriventre*), la lisa rayada (*Leporinus friderici*), el sábalo (*Brycon amazonicus*) y las sabaletas (*Brycon melanopterus*).

PROCESOS EN CURSO

En la actualidad se viene trabajando en la incorporación del conocimiento tradicional indígena del trapezio amazónico con el uso de herramientas como la modelación de peces (Prieto-Piraquive y Corredor, 2018) a partir de las imágenes realizadas por pescadores-coinvestigadores de los lagos de Yahuaraca (Duque, 2009). De esta manera, se genera aprendizaje acerca de aspectos bioecológicos de los peces de la Amazonía, con lo cual se puede acceder a un aprendizaje más dinámico que en la actualidad cobra más vigencia desde la virtualidad.

Otras aproximaciones desde el conocimiento local

Se han desarrollado documentos para la autoenseñanza desde concepciones y conocimientos indígenas y occidentales con respecto a lo ecológico y el territorio (SURA, 2015). Es importante resaltar también la generación de textos realizados por integrantes de diversas etnias de la Amazonía, entre las cuales existen textos de los ticuna (Fernández *et al.*, 2017), de los bora (Jifichiu *et al.*, 2016), de los muina n+pode (Hernández, 2013; Makuritofe y Hernández, 2008), nonuya (Nicolás, 2019), andoque (Andoque y Castro, 2012) y kukuna (Van der Hammen, 1992), entre otros encaminados tanto a la conservación de sus usos y costumbres, como a una pedagogía desde el manejo de los procesos en los espacios de vida para el equilibrio en los territorios. Un aspecto muy importante que realza la importancia de la divulgación del conocimiento de la biodiversidad en los territorios fue la obtención del premio de la Fundación Alejandro Ángel Escobar (FAAE)

en la categoría Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en su edición 2018 para el libro *Piraiba* (Trujillo *et al.*, 2018). Este fue producto del trabajo adelantado entre sabedores locales y científicos a través de ilustraciones y de texto con énfasis divulgativo para conocer la ecología trófica de la piraiba, uno de los bagres de mayor importancia en las pesquerías amazónicas. Así, se demuestra la necesidad de incorporar estos conocimientos tradicionales en los procesos educativos para la conservación y el manejo de los componentes fundamentales que permiten nuestra existencia y la del resto de nuestro planeta para la posteridad.

REFERENCIAS

- Albert, J. y Reis, R. (2011). *Historical biogeography of neotropical freshwater fishes*. University of California press.
- Andoque, I. y Castro, H. (2012). *La vida de la chagra: saberes tradicionales y prácticas locales para la adaptación al cambio climático*. Tropenbos Internacional Colombia.
- Begossi, A., Silvano, R., Do Amaral, B. y Oyakawa, O. (1999). Uses of fish and game by inhabitants of an extractive reserve (Upper Juruá, Acre, Brazil). *Environment, Development and Sustainability*, (1), 73-93.
- Bonilla-Castillo, C. y Agudelo, E. (2013). *Diagnóstico socioeconómico y biológico pesquero del sistema lagunar de Yahuaraca, río Amazonas, departamento de Amazonas*. Leticia.
- Cabalzar, A. (2005). *Peixe e gente no alto rio Tiquié Conhecimento Tukano e Tuyuka Ictiología Etnología*. Instituto Socioambiental.
- Cala-Cala, P. (2019). *Medio ambiente y diversidad de los peces de agua dulce de Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Carvalho, L., Zuanon, J. y Zazima, I. (2007). Natural history of Amazon fishes. En S. U. L. Del Claro, K., Oliveira, P., Rico-Gray, V., Ramirez, A., Almeida, A., Bonet, A., Rubio, F., Consoli, F., Morales, F., Nakajima, J., Costello, J., Sampaio, M., Quesada, M., Morris, M., Palacios, M., Ramirez, N., Marcal, O., Ferraz, R., Marquis, R., Parento (Ed.), *International Commission on Tropical Biology and Natural Resources* (pp. 1–32).
- Castaño-Uribe, C. (2019). *Chiribiquete: la maloka cósmica de los hombres jaguar*. Panamericana.
- Cepal y Patrimonio Natural.

- Cepal y Patrimonio Natural (2013). Amazonia posible y sostenible. Bogotá: Cepal y Patrimonio Natural. Davis, W. (2015). *Los guardianes de la sabiduría ancestral: su importancia en el mundo moderno*. Sílabo Editores.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2020). *Resultados censo nacional de población y vivienda 2018*
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Zlatanova, D. (2015). *The IPBES conceptual framework - connecting nature and people*. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16. <http://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>
- Diversity, S. of the C. on B. (2005). Handbook of the Convention on Biological Diversity. In *Biological Conservation* (3rd ed., Vol. 114). [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00053-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00053-3)
- Do-Nascimento, C., Herrera-Collazos, E., Herrera-R, G., Ortega-Lara, A., Villa-Navarro, F., Oviedo, J. y Maldonado-Ocampo, J. (2017). Checklist of the freshwater fishes of Colombia: A Darwin core alternative to the updating problem. *ZooKeys*, 2017(708), 25-138. <https://doi.org/10.3897/zookeys.708.13897>
- Domínguez, C. (1985). *Amazonia colombiana. Visión general*. Biblioteca Banco Popular.
- Duque, S. (Ed.). (2009). *Conocimiento local indígena sobre los peces de la Amazonía: lagos de Yahuaraca*. Editora Guadalupe.
- Fernández, A., Van Vliet, K., Pérez, C., Castillo, E., Parente, M. y Duque, S. R. (2017). La vida de la selva inundable. En *NOVEL: A Forum on Fiction* (Vol. 1). <https://doi.org/10.2307/1345361>
- Garcez, D. y Sanchez-Botero, J. (2006). La pesca realizada por niños ribereños de Manacapuru, Amazonía cental, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 31(1), 79-85.
- Guio-Rodríguez, C. A. y Rojas-Suárez, A. (2019). Amazonía colombiana. Dinámicas territoriales. *Ideas Verdes. Análisis Político*, (47). https://co.boell.org/sites/default/files/2020-01/IDEAS%20VERDES%20web%20_1.pdf
- Hernández, E. (2013). *Dinámica de las quebradas y los peces: de la cabecera a la bocana*. Tropenbos Internacional Colombia.
- Hoorn, C. y Wesselingh, F. (2009). *Amazonia: Landscape and species evolution. A look into the past*. Blackwell Publishing.
- Jifichiu, A., Gifichiu, A., Arcangel, A., Ujkavaba, E. y Hichamon, G. (2016). *☉☉ M̄jelle Akyéjtso ↗guááboj↗-Despertando la*

- educación Indígena- Bora-por una abuela del clan oso hormiguero.* Mincultura.
- Lasso, C. A., Agudelo Córdoba, E., Jiménez-Segura, L. F., Ramírez-Gil, H., Morales-Betancourt, M. A., Ajiaco-Martínez, R. E. Gutiérrez, F. P., Usma Oviedo, S., Muñoz Torres, S. E. y Sana-bria Ochoa, A. I. (2011). *I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia.* IAVH.
- Makuritofe, V. y Hernández, C. (2008). *Fábulas amazónicas contadas por los abuelos.* Tropenbos Internacional Colombia.
- Morrill, W. (1967). Ethnoichthyology of the Cha-Cha. *Ethnoichthyology*, 6, 405-417.
- Nicolás, P. (2019). Interser y ecología en el árbol de la abundancia de Abel Rodríguez. En *Cuadernos de curaduría* (pp. 160-180). Museo Nacional de Colombia.
- Pelayo-Villamil, P., Vera, M., Manjarrés-Hernández, A., Carvalho, M. R., Vari, R. P., Jiménez, L. F., Fernández, C., Martínez, P., Prieto-Piraquive, E., Granado-Lorencio, C. y Duque, S. R. (2012). Ecological factors and diversification among neotropical characiforms. *International Journal of Ecology*, 2012, 1-20. <https://doi.org/10.1155/2012/610419>
- Prieto-Piraquive, E. (2006). *Caracterización de la pesquería en las lagunas de Yahuaraca (amazonas, colombia) y pautas para su manejo sostenible.* Trabajo presentado como requisito parcial para optar al grado académico de Magister *Scientiarum* Barinas: Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”
- Prieto-Piraquive, E. (2012a). *La ruta de Yutá: Asociación íctica de los lagos de Yahuaraca. Aspectos ecológicos de la ictiofauna de un lago de varzea en la Amazonía colombiana.* Editorial Académica Española.
- Prieto-Piraquive, E. (2012b). *Los hijos de Yoi: pescadores y peces de los lagos de Yahuaraca. Ensamblaje íctico, pesquerías artesanales y conocimiento local indígena en un lago de varzea en la Amazonía colombiana.* Editorial Académica Española.
- Prieto-Piraquive, E. (2012c). *Peces de la quebrada Yahuaraca (Amazonas, Colombia). Aproximaciones ecológicas.* Editorial Académica Española.

- Prieto-Piraquive, E. F. (2018). *Ecología trófica de un lago de varzea* (Amazonas, Colombia) [tesis de doctorado inédita]. Universidad de Murcia. <https://digitum.um.es/xmlui/handle/10201/60999>
- Prieto-Piraquive, E., Castillo, O., Bolivar, A., Corrales, B., Granda-Lorencio, C. y Duque, S. (2010). Composición, abundancia y biomasa de la ictiofauna de los lagos de Yahuaraca (Amazonía colombiana) durante un ciclo hidrológico. En M. Tobón y S. Duque (Ed.), *Remando a varias manos. Imanimundo IV* (pp. 223-240). Universidad Nacional de Colombia.
- Prieto-Piraquive, E. y Corredor, D. (2018). El árbol de los peces. Desarrollo de una herramienta didáctica para la enseñanza de ecología trófica de un bosque inundado. *Memorias Congreso Nacional de Ciencias Biológicas*, (53), 120-122.
- Rivera, D., Rengifo, J. y Montes, A. (2008). *La Amazonia de Colombia*. Banco de Occidente.
- Rodríguez, J. V. (Ed.) (2006). *Peces del medio Amazonas. Región de Leticia*. Conservación Internacional Colombia.
- Sanabria-Ochoa, A. I., Victoria-Daza, P. y Beltrán, I. C. (Eds.). (2007). *Peces de la Amazonía colombiana con énfasis en especies de interés ornamental*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural/ Incoder/Universidad Nacional de Colombia/Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi).
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2005). *Handbook of the Convention on Biological Diversity Including its Cartagena Protocol on Biosafety*, 3rd edition, (Monteral, Canada).
- SURA. (2015). *Una mirada al cielo. Sabiduría ancestral indígena SAI*. Fundación Escuela Nueva/SURA.
- Toledo, V. (2013). El paradigma biocultural: crisis ecológica, modernidad y culturas tradicionales. *Sociedad y Ambiente*, (1), 50-60. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i1.2>
- Toledo, V., Barrera-Bassols, N. y Boege, E. (2019). ¿Qué es la diversidad biocultural? Universidad Nacional Autónoma de México.
- Trujillo, L., Rodríguez, C. y Hernández, C. (2018). *Piraiba: ecología ilustrada del gran bagre del Amazonas*. Fundación Tropenbos Colombia.
- Van der Hammen, C. (1992). El manejo del mundo naturaleza y sociedad entre los yukuna de la Amazonía colombiana. En the Archaeology and Anthropology of Landscape. https://doi.org/10.4324/9780203202449_chapter_17

- Van der Sleen, P. y Albert, J. (2018). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas*. Princeton University Press.
- Van Vliet, K. (2012). *La relación entre los peces: vegetación de la várzea y usos directos* [tesis de pregrado inédita]. Universidad de Ciencias Aplicadas Van Hall Larenstein.
- Yucuna, E. (Comp.). (1983). *Eja yajne yucuna mari. Los peces del río Mirití-Parana*. Editorial Alberto Lleras Camargo.

Interculturalidad y biodiversidad en la escuela desde las voces del alumnado

Alma Adrianna Gómez Galindo

INTRODUCCIÓN

En este texto esbozo algunas reflexiones para pensar de forma crítica cuál es el papel de la escuela en la formación de niñas, niños y jóvenes, su relación con su entorno y con la biodiversidad. Especialmente recupero las voces, los intereses y las preocupaciones de los alumnos y las alumnas.

Para iniciar esta reflexión es importante definir qué tipo de escuela estamos considerando. Abordo la función de la escuela desde la pedagogía crítica de Freire (1970; 2010) y Giroux (1997; 2003), quienes proponen que los estudiantes deben comprender las posibilidades transformadoras encerradas en la experiencia. En ese sentido la labor de los profesores es fundamental, han de asegurar que el conocimiento en el aula sea relevante para la vida de los estudiantes de manera que estos tengan voz y voto. Los contenidos curriculares y las prácticas pedagógicas propuestas por los docentes esperarían

encontrar resonancia en las experiencias vitales del alumnado, invitándoles a convertir la experiencia en algo problemático y crítico. La dirección crítica es necesaria para ayudarle a reconocer las implicaciones políticas y morales de sus propias experiencias (McLaren, p. 19, citado en Giroux, 1997).

Para abordar el estudio de lo que sucede en la escuela, desde la investigación educativa usaré la teoría crítica. En esta teoría los sistemas de todo tipo deben evaluarse en términos de cómo afectan el bienestar de los individuos. En cualquier caso, la supervivencia de estructuras particulares en una sociedad nunca debería ser vista como equivalente a la supervivencia o el bienestar de los miembros individuales. Entonces, se busca ofrecer un análisis crítico de cómo se reflejan los sistemas de conocimiento en formas de actuación y de discurso que subyacen a la distribución diferencial de poder implícitamente aceptado en la sociedad y en la escuela. El objetivo de la teoría crítica en la investigación educativa es identificar estructuras que puedan originar o perpetuar las desigualdades y las relaciones de subordinación, y, a partir de ahí, revalorizar las formas y las tradiciones laborales en el aula.

Considerando lo anterior, en este texto abordo tres ideas: primero las relacionadas con el bienestar de niños, niñas y jóvenes; la segunda sobre identidad y proyecto de vida; y, finalmente, algunos ejemplos de actividades que hemos venido realizando en el proyecto “Educación científica intercultural”.¹

BIENESTAR Y EDUCACIÓN

Una idea potente pero problemática para reconocer las voces de los alumnos es la de bienestar. Siguiendo a Ben-Arieh *et al.* (2014), entendemos que desde la filosofía el bienestar de una persona en general se refiere a lo que es bueno para el individuo desde su propia perspectiva. Esta relación entre el bienestar como el mejor equilibrio posible entre dolor y placer tiene sentido intuitivo positivo en un nivel, pero es problemático en otro. La suma de todas las facetas subjetivas del bienestar a nivel macro no necesariamente puede ser lo mejor a nivel micro y viceversa. Las tensiones entre el bienestar subjetivo y

1. En el proyecto hemos venido trabajando de manera coordinada mi compañera Alejandra García Franco de la UAM y yo. Esta cátedra toma ideas provenientes especialmente de dos capítulos de libros recientes: García y Gómez (2020); García *et al.* (en prensa).

objetivo y sus indicadores, entre el momento actual y sus posibles consecuencias futuras, y entre el nivel individual y el social, ilustran los desafíos de teorizar sobre el bienestar.

El bienestar en principio está asociado con el planteamiento de que existen derechos humanos que se entienden implícitamente como creadores de bienestar u oportunidades para el bienestar, relacionados con la calidad de la vida de la niñez en los planos sociales, económicos y emocionales. En torno al bienestar hay una asociación de discursos que deben ser problematizados. Por ejemplo, se han generado algunos estándares mundiales, nacionales y regionales relacionados al bienestar, pero estos han sido poco investigados respecto a su aplicación en diversos contextos y ha habido poca o nula discusión respecto al papel de la educación en su logro.

Dentro del papel que ha de jugar la educación, se señala que para los niños implica acceder al derecho del desarrollo de capacidades de reflexión, y al derecho a la libertad de elección. El nivel macro de bienestar está relacionado con la libertad no solo de manera abstracta sino también con la equidad en la distribución real de oportunidades.

Sen (1999) ilustra que el bienestar está relacionado con la oportunidad, con la capacidad de utilizar distintas oportunidades, y con la libertad de hacerlo en correspondencia con las propias preferencias. Lo anterior se asocia con identidades y proyectos de vida, tema del siguiente apartado. Así, el bienestar está directamente relacionado con las perspectivas y necesidades del individuo entendidas dentro de su medio social y personal. En esta arena, las propias perspectivas y voces de los niños a menudo han sido olvidadas o dejadas de lado bajo el supuesto del reconocimiento de sus necesidades por parte de los adultos. El cuidado de los niños en su camino hacia un futuro han sido delegados a los adultos quienes deciden sobre sus derechos, las habilidades que deben desarrollar, e incluso, sus estándares de felicidad y bienestar. Sin embargo, se trata de ciudadanos del presente con derecho a su bienestar inmediato. Este enfoque centrado en las capacidades de la niñez debe incorporarse cada vez más en los estudios de bienestar y las investigaciones educativas.

El bienestar se ha vinculado también con discursos referentes a la ecojusticia. Aquí el ambiente y la diversidad biocultural se integran, y el bienestar y la política se entrelazan. Vemos que los aspec-

tos subjetivos y los materiales u objetivos se vienen constituyendo en problemáticos y a veces paradójicos. Diferentes sociedades y periodos construyen dominios sobre el bienestar de forma diferente. Como resultado, debemos generar estudios sobre el bienestar desde perspectivas dinámicas y culturalmente situadas, sin pretender realizar comparaciones globales.

Según Ben-Arieh *et al.* (2014), para una perspectiva intercultural o global del bienestar, debemos reconocer cuatro puntos:

- Las prácticas de cuidado infantil varían ampliamente alrededor del mundo y aquello que se da por sentado como normativo o positivo en una sociedad puede considerarse negativo en otra.
- En su mayor parte, hay evidencia empírica limitada sobre resultados, positivos y negativos, de la mayoría de las prácticas culturales. Las consecuencias para el bienestar de la niñez en entornos culturales diversos y contextualizados requiere estudios empíricos, más que juicios usando una supuesta norma universal.
- La evidencia disponible relevante de causas y consecuencias de bienestar se limita en gran medida a las culturas occidentales: Norteamérica, Europa y otros países occidentales, que comprenden menos más del 10 % de toda la niñez del mundo.
- No podemos delimitar, ni señalar las diferencias *a priori* en las experiencias de los niños y las niñas que se cree que conducen al bienestar en y dentro de cada contexto cultural.

Estos cuatro puntos indican la urgente necesidad de generar estudios enmarcados en el bienestar de la infancia y juventud, reflexionar sobre cuál puede ser el papel de la escuela en esos contextos específicos, y cómo esta puede aportar al desarrollo de dicho bienestar. Así mismo, debemos considerar qué dicen los niños sobre su propio bienestar y cuál es su potencial percibido.

SENTIDO ECOLÓGICO DE LUGAR

Los estudios basados en el lugar son un enfoque prometedor que liga aspectos subjetivos y materiales sobre el bienestar. Si bien estos provienen de otras áreas como urbanísticas, escénicas y arquitectó-

nicas, y no son propias de la educativa, la investigación educativa los retoma al asociarlos con la educación ambiental sociocrítica.

Gruenewald (2003) propone la educación ecológica basada en el lugar. Surgen aquí conceptos importantes como la rehabilitación, la decolonización, la ecojusticia y la idea de que el espacio es una construcción social.

La rehabilitación es un enfoque asociado al biorregionalismo. Los biorregionalistas pioneros como Berg y Dasmann la definen como el aprender a vivir en un área que ha sido “interrumpida” y “herida” por explotación pasada, y está asociada a la idea de aprender a vivir bien en el lugar en el que nos encontramos. Esto requiere un proceso de reeducación y es necesario acudir a la rehabilitación.

Desde una perspectiva educativa significa entender las relaciones de poder históricamente instauradas. Se trata de aprender formas de estar en el mundo socialmente más justas y ecológicamente sostenibles. La decolonización como un acto de resistencia no debe limitarse a rechazar ideas dominantes. También implica la recuperación y renovación de patrones culturales tradicionales y de relaciones intergeneracionales. En un proceso educativo, la rehabilitación y la decolonización dependen una de la otra y se entranan con el bienestar, entendido como el buen vivir.

Una pedagogía crítica del lugar tiene como objetivo: 1) identificar, recuperar y crear espacios materiales y lugares que nos enseñan cómo vivir bien en nuestros ambientes rehabilitados, y 2) identificar y cambiar las formas de pensar, hablar y actuar, que hieren y explotan a otras personas y lugares (decolonización).

En el caso de México, y del trabajo intercultural que hemos realizado, la milpa –sistema agroecológico tradicional en la cual se siembra maíz, frijol y calabaza, además de otras hortalizas– viene a constituirse como un lugar idóneo para el logro de estos objetivos. Por ejemplo, hemos abordado el desarrollo de milpas en escuelas urbanas en Monterrey. Diversas escuelas públicas presentan el patio de juego como zonas completamente desoladas. Al designar un espacio para cultivo, se rehabilita y se reconfigura la zona y la apreciación de los alumnos. Por ejemplo, un alumno señala: “me gusta trabajar en la milpa y visitarla en el recreo, me siento como si estuviera en el campo”.

Hasta ahora he hablado del bienestar como construcción compleja con elementos subjetivos: creencias, valoraciones, experiencias; y materiales u objetivos: espacios, hábitats, relaciones naturales. También he señalado que el sentido ecológico de lugar es entendido como una construcción social para aprender a vivir bien social y ecológicamente en lugares que han sido interrumpidos y heridos; igualmente que la decolonización implica aprender a reconocer la interrupción y las lesiones para abordar sus causas.

Para asociar estas ideas con la investigación empírica cabe señalar un ejemplo: en los trabajos que hemos venido realizado en la zona rural de Los Altos de Chipas, sureste de México, los alumnos han externado posiciones diversas asociadas al uso o no de fertilizantes en las milpas. Para algunos pueblos su postura frente al uso de fertilizantes implica también una lucha por la autodeterminación, que se recupera en la escuela (García Franco *et al.*, 2022). Esta lucha se asocia con la propuesta de recuperar el uso de fertilizantes naturales tradicionales o abonos; la preocupación por evitar —o revertir— la contaminación del agua, y evitar la dependencia económica por la adquisición de productos industriales. La escuela tiene algo que aportar para ayudar al alumnado tanto a entender estas relaciones entre fertilizantes, contaminación, producción de materia orgánica y dependencia económica, como a problematizar su experiencia, argumentar y desarrollar posturas críticas.

LA IDENTIDAD, EL PROYECTO DE VIDA

El concepto de identidad resulta particularmente interesante para teorizar las relaciones entre los individuos y su mundo material. La identidad como herramienta teórico metodológica ha sido conceptualizada en el área de educación en ciencias de diversas formas. Pozzer y Jackson (2015) realizan un análisis de literatura y encuentran lo que consideran un continuo dinámico y una postura estática. Por un lado, hay quienes piensan que la identidad es estática, un atributo individual anclado en la persona. Por otro lado, otros consideran que existe en interacción con otros, siendo una propiedad emergente: se plantea la disyuntiva de si la identidad es una posesión individual o construida socialmente.

Esta disyuntiva implica considerarla un concepto esencialista. En los estudios sociales se enfocan, a partir de la década de 1970,

hacia una postura comunicativa, una construcción subjetiva en el que la identidad se construye a través del discurso (Spera, 2014). La identidad es negociada durante la interacción pues está en continua reconstrucción en las interacciones sociales mediadas por el lenguaje. El uso de herramientas como las narrativas biográficas y los proyectos de vida pueden acercarnos a la comprensión de las identidades. Para Hall (2003), las identidades en la modernidad se encuentran fragmentadas, no son homogéneas, pudiendo incluso encontrarse antagonismos. La noción de identidad cultural nos permite reflexionar sobre los procesos coloniales y tener una visión productiva de su estudio. Como él menciona,

[...] las identidades tienen que ver con las cuestiones referidas al uso de los recursos de la historia, la lengua y la cultura en el proceso de devenir y no de ser; no «quiénes somos» o «de dónde venimos» sino en qué podríamos convertirnos, como nos han representado y cómo atañe ello al modo como podríamos representarnos. (Hall, 2003, p. 17)

Un ejemplo de la integración de la identidad en este devenir lo hemos identificado al integrar contenido relevante sobre la milpa en estudiantes pertenecientes a grupos indígenas. Para este grupo, al estudiar la milpa se genera una conexión con experiencias e intereses que van más allá de lo académico, y se incorpora esta visión asociada a en qué podríamos convertirnos. Cuando preguntamos al alumnado “¿Por qué creen que su maestra estaría interesada en trabajar en clase el tema de la milpa?”, alguna alumna señaló “[...] por eso es muy importante para mí, la milpa y de lo que yo ya sé y lo que todavía lo estoy aprendiendo lo puedo hacer también cuando yo me case tengo que mantener a mi familia [...]”. La milpa no es solo un agrocultivo sustentable para los alumnos, sino parte de su proyecto de vida. Esta alumna *hará milpa* cuando se case ya que constituye, para muchas familias, su abastecimiento de alimentos más importante.

En este sentido los procesos de intersubjetividad cobran importancia y de fondos de identidad (*founds of identity*) (Esteban-Guitart y Moll, 2014) asociados al desarrollo de subjetividades. Los fondos de identidad se insertan en la teoría de la subjetividad de corte histórico-cultural en donde se entienden como sistemas complejos, articulados en forma de historias de vida del aprendiz a través de sus experiencias en los diversos contextos en donde transita. Estos fondos

de identidad son entendidos como “los recursos, socialmente distribuidos, históricamente acumulados y culturalmente desarrollados esenciales en la autocomprensión, autoexpresión y autodefinición” (Subero y Esteban-Guitart, 2020, p. 220).

También existe relación con la identidad cultural: reconocer una historia común, las relaciones con el medio ambiente, las cosmovisiones, los valores, el lenguaje, la similitud de problemas derivados de la explotación, la exclusión y la marginalidad social y económica. En la negociación social de la identidad en los diferentes contextos se permiten las contingencias morales, en las que los individuos de una comunidad ponderan valores instituidos y valores interiorizados para reconocerse a ellos mismos en la toma de decisiones.

Una alumna señala:

[...] por eso es que sigo trabajando mucho en la milpa, aunque ya sé trabajar ahí, pero siempre trabajo ahí, todavía hasta que me salga demasiada y por eso para mí la milpa es mi vida, porque ahí como, pero si no se trabajar me voy a morir de hambre con mis hijos.

278

Esta alumna reconoce el trabajo en milpa como su elección y la justifica tanto por su pertenencia a una comunidad, como por el reconocimiento de su situación de marginación económica, ya que, si no hace la milpa y con una buena productividad, se va a “morir de hambre” al lado de sus hijos. Las jóvenes se reconocen en ese sentido como el sustento principal de sus futuras familias y asumen la responsabilidad de la alimentación de los hijos. Esta toma de decisiones en las sociedades modernas se asocia a las posibilidades de autonomía y de desarrollo de un plan de vida, pero se constriñe a la vez por las condiciones materiales.

Retomando lo que la alumna expresa, concuerdo con el señalamiento de González-Escallón (2017, pp. 171-172) en que

Vale la pena preguntarse por el fundamento o la razón por la cual la autodeterminación de ciertos individuos parece no surtir los efectos inmediatos que en otros grupos se da por descontado. Un ejemplo de lo anterior es cómo en los casos de personas homosexuales el ejercicio de su plan de vida implica no gozar de los mismos derechos que las personas heterosexuales. En el fondo, lo anterior implica que su

derecho a la autodeterminación no está garantizado, dado que deben cambiar su plan de vida, si quieren acceder a otros derechos.

En este caso que la alumna pertenece a un pueblo indígena, se puede preguntar cuáles son sus opciones y qué derechos tiene garantizados que le permitan plantearse alternativas de vida. Entonces para los alumnos de grupos indígenas existe una relación dialéctica que se establece desde la negociación social entre su capacidad de autodeterminación y el desarrollo tanto de su identidad como de su proyecto de vida, que se asocia a las posibilidades dentro de las cuales puede valorar sus posturas y posibilidades, tomar decisiones, planificar y desarrollar su proyecto de vida.

UN CASO DESDE LA INTERCULTURALIDAD

México es un país culturalmente diverso. Hay 365 variantes de 68 grupos lingüísticos, y se considera el séptimo país con la mayor diversidad lingüística del mundo. Con más de 119 millones de habitantes (INEGI, 2015), más de siete millones de personas hablan una lengua indígena (6,5 % de la población). Sin embargo, el 24 % de la población en México se considera indígena (INEGI, 2016). Esta disparidad en números absolutos muestra que, aunque la población indígena es amplia, la mayoría de los pueblos indígenas está pasando por un proceso de asimilación o pérdida del idioma (Hamel, 2018). Esta pérdida debería ser inadmisibles dado que cada idioma es un universo mental estructurado de manera única con metáforas, asociaciones y formas de pensar.

Históricamente, la población indígena ha estado marcada por altos niveles de pobreza y vulnerabilidad. Actualmente, en México, más del 80 % de los municipios indígenas están identificados con una gran marginalidad (INEGI, 2015). Sin embargo, más del 90 % de los niños, niñas y jóvenes indígenas de 6 a 15 años asisten a la escuela. México es similar a una gran parte de América Latina, región del mundo caracterizada por su diversidad biológica, sociocultural y sociolingüística. En América Latina se estima que hay más de 780 pueblos indígenas que hablan más de 560 lenguas (Banco Mundial, 2015). Por lo tanto, la educación formal en América Latina tiene el doble desafío de promover la equidad social y considerar la diversidad biocultural.

En una tradición instaurada de asimilación de los conocimientos de los pueblos indígenas a un proyecto nacional. El conocimiento de los alumnos, por ejemplo, el asociado al cultivo de la milpa es excluido de la escuela. Este forma parte del conocimiento tradicional que se subordina a un conocimiento universal y racional que se considera superior, en este caso el conocimiento científico (véase Walls, 2014). La incorporación del conocimiento tradicional del alumnado en las aulas se suma a las diversas luchas por la justicia social que se han construido desde la educación intercultural. Desde el ámbito académico es vital reflexionar críticamente sobre cómo el conocimiento tradicional se incorpora al aula no como un saber subordinado, sino como una forma legítima de conocer el mundo y en equilibrio con otros saberes, sin dejar de lado el análisis de los antagonismos y conflictos que se presentan.

El conocimiento tradicional incluye el llamado conocimiento ecológico tradicional, el cual, según Carter (2008, p. 17),

Enfatiza la profundidad ecológica del conocimiento, su persistencia, consistencia y confiabilidad, su especificidad, su visión holística de un mundo interconectado y su naturaleza moral y espiritual. También describen su base narrativa, donde las historias metafóricas codificadas a menudo se usaban para comprimir y organizar información importante para que se pueda almacenar y acceder fácilmente, y las soluciones a los problemas se pueden preservar, refinar y volver a aplicar cuidadosamente.

El conocimiento tradicional incluye el manejo de los recursos, la conservación de especies nativas y su diversificación a través de selección artificial, la conservación, el procesamiento e intercambio de semillas y alimentos, y muchos otros. Además de este capital de saberes, las comunidades reconocen las diversas luchas que se han generado para conservar algunas prácticas y para lograr su autonomía y autodeterminación. Alrededor del cultivo de la milpa se dan diversas luchas y debates, ejemplos paradigmáticos son la introducción del maíz transgénico o la introducción del uso de fertilizantes por la industria química.

Igualmente, el trabajo en el aula en las lenguas maternas es parte de estas luchas y del reconocimiento de los derechos lingüísticos. Según Skutnabb-Kangas y Phillipson (1994), los derechos lin-

güísticos implican a nivel individual que todo el mundo pueda tener una identificación positiva con su(s) lengua(s) materna(s), y que dicha identificación sea aceptada y respetada por otros, sin importar qué lengua o variedad se hable, o qué acento se tenga. A nivel colectivo, representa el derecho de los grupos minoritarios a existir, a usar y desarrollar su lengua y enseñarla a las nuevas generaciones. Parte de las estrategias de decolonización, refieren a la defensa de las lenguas minoritarias y la recuperación de su valor.

Una herramienta para la incorporación de conocimiento tradicional en el aula es la elaboración de material didáctico dirigido al alumnado. En la línea de investigación que trabajamos² elaboramos un libro sobre la milpa que recupera conocimiento tradicional, pero también incorpora conocimiento científico. El libro *Aprendiendo en la milpa* (García Franco y Gómez Galindo, 2020) contiene tres capítulos. En el primero presentamos las características de la milpa, los cultivos asociados y describimos cómo el maíz, el frijol y la calabaza generan un sistema que aporta diversos elementos para la mejora de la cosecha. Desarrollamos un apartado sobre la fijación de nitrógeno realizada a través de los nódulos de bacterias presentes en la raíz del frijol.

281

En el segundo capítulo incorporamos las diversas formas en que se aprovechan los productos de la milpa para producir alimentos balanceados. Incluimos una sección sobre la nixtamalización del maíz —proceso biotecnológico ancestral desarrollado por las mujeres, en el que se remueve el pericarpio, o capa exterior del grano de maíz, usando cal. Este proceso genera cambios en la composición de la masa que se produce y con la cual se elaboran las tortillas, entre otros alimentos básicos de la dieta en México.

En el tercer capítulo abordamos la diversidad de maíz, su importancia y la forma en que se lleva a cabo la selección artificial de grano en la milpa. Así mismo, señalamos al teocintle como ancestro del maíz e introducimos ideas sobre su reproducción. En otros trabajos hemos explorado el potencial de la selección de maíz que realizan las familias en su milpa y postulamos diálogos con el conocimiento científico en torno a la selección artificial, la selección natural y la evolución biológica (Gómez Galindo, González Galli *et al.*, 2019; Gómez Galindo, García Franco *et al.*, 2019).

2. Para una descripción del grupo de investigación, véase Meinardi (2020).

INCORPORAR EL CONOCIMIENTO TRADICIONAL EN EL AULA TIENE UNA CARGA POLÍTICA

Al analizar la forma en que el conocimiento tradicional sobre la milpa se integra en el aula, identificamos cómo este se carga de valores y se sitúa históricamente. Para el alumnado es relevante porque se vincula, como ya señalé, con su proyecto de vida. En la figura 1 muestro algunas ideas obtenidas del análisis de producciones de estudiantes de pueblos indígenas de Los Altos de Chiapas (México).

Integrar ETK en la escuela: la mirada de los alumnos

Implicaciones emocionales
y proyectos de vida

.... porque no solo trata de aprender se trata de nuestra familia más adelante. Todo tiene que ver de nuestra vida más adelante, porque si no aprendemos no podemos trabajar.

.... La milpa es la vida...
..amo mi milpa, me gusta que aprendo de ella en la escuela.

Figura 1. La integración del conocimiento ecológico tradicional (ETK) en el aula desde la mirada del alumnado

El alumnado también incorpora y moviliza sus preocupaciones y posiciones respecto a temas específicos, por ejemplo, el uso o no uso de fertilizantes en la milpa (figura 2). En ese sentido se inicia una movilización de relaciones de poder sobre quién enseña y quién aprende.

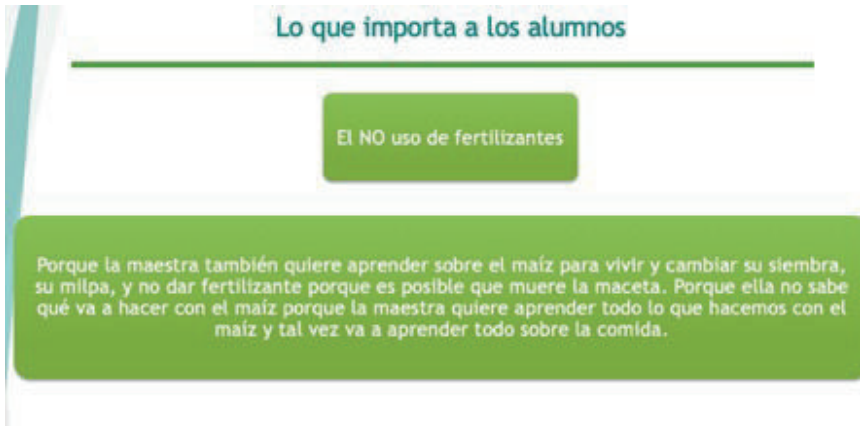


Figura 2. Algunas ideas del alumnado sobre el por qué la maestra incorpora el trabajo sobre la milpa en clase y sus preocupaciones

Así, al incorporar el conocimiento tradicional, la posibilidad de que el estudiantado lo vea como parte de su saber, de su experiencia, y reconozca que el profesorado generalmente no posee este conocimiento, pues no pertenecen a la comunidad, provoca una movilidad en las relaciones de poder. Estas relaciones están asociadas a quién es la persona que tiene el conocimiento y cuáles son las intenciones de llevarlo al aula. En este sentido en la figura 3 presento algunas de las ideas recuperadas al respecto.

283

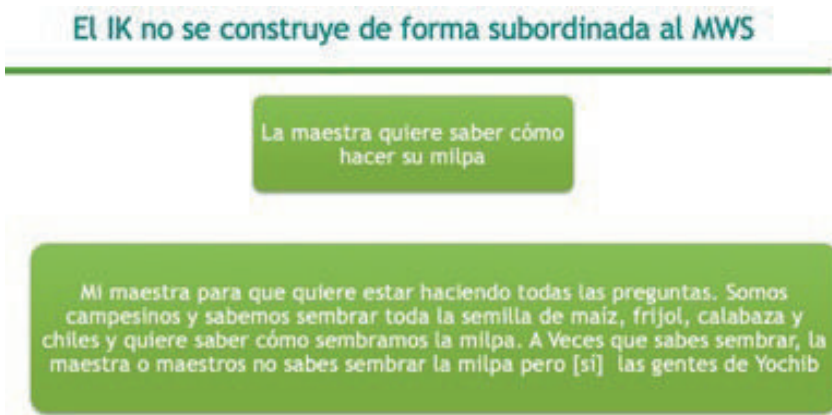


Figura 3. Respuestas del alumnado asociadas al conocimiento tradicional (IK) y la movilización de relaciones de poder en el aula en relación con la ciencia occidental moderna (MWS)

Las posturas del alumnado resuenan con luchas sociales por la autodeterminación de los pueblos indígenas. Es por ello que elementos como la identidad y el proyecto de vida pueden insertarse desde una interculturalidad crítica en el trabajo en el aula. Algunas ideas sobre este tema pueden verse en la figura 4.



Figura 4. Algunas ideas del alumnado que podemos asociar al conocimiento tradicional, y a la autonomía y la autodeterminación de los pueblos indígenas

Como podemos observar, no usar fertilizantes implica una posición política que rompe el círculo de dependencia de los productores industriales. El gobierno y los partidos políticos han utilizado los fertilizantes y su dependencia como una forma de control que genera círculos viciosos, porque la tierra se empobrece debido a su uso continuo. Por ello, en este caso, no usar fertilizantes puede estar relacionado con la identidad y la soberanía alimentaria.

Como he desarrollado en este capítulo, la educación no es solo una actividad sociocultural sino también sociopolítica, en la que se insertan problemas de autoridad, poder y jerarquía que afectan las relaciones sociales, el acceso a las ideas y los posicionamientos del estudiantado y de grupos socialmente contruidos, y que pueden permitirnos el trabajo sobre proyectos de vida, identidades, y su vinculación con los lugares y sus constituyentes materiales y subjetivos.

Recuperar las voces, los saberes y las preocupaciones del alumnado puede significar un acercamiento a sus identidades y los proyectos de vida en los cuales se resignifica su relación con la naturaleza. En los ejemplos presentados vemos cómo el saber de estos alumnos que pertenecen a grupos indígenas es una mirada válida y productiva sobre la biodiversidad y su conservación, además se ve cruzada por otras preocupaciones. Considerar esta mirada en la investigación y en la intervención educativa puede llegar a ser más significativo y coherente para los propios alumnos, aunque aún hace falta más investigación para lograr comprender todas sus implicaciones.

REFERENCIAS

- Banco Mundial. (2015). *Latinoamérica indígena en el siglo XXI*. Banco Mundial.
- Ben-Arieh, A., Casas, F., Frønes, I. y Korbin, J. E. (2014). Multifaceted concept of child well-being. En A. Ben-Arieh, F. Casas, I. Frønes y J. E. Korbin (Eds.), *Handbook of child well-being* (pp. 1-27). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9063-8_134
- Carter, L. (2008). Recovering traditional ecological knowledge (TEK): Is it always what it seems? *Transnational Curriculum Inquiry*, 5(1), 17-25.
- Esteban-Guitart, M. y Moll, L. C. (2014). Funds of identity: A new concept based on the funds of knowledge approach. *Culture & Psychology*, 20(1), 31-48. <https://doi.org/10.1177/1354067X13515934>
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. 21ª ed. Siglo XXI Editores.
- Freire, P. (2010). *Pedagogía de la indignación*. Morata.
- García Franco, A. y Gómez Galindo, A. A. (2020). *Aprendiendo en la milpa*. (En español, tsotsil y tseltal). UAM.
- García Franco, A., Farrera Reyes, L. y Gómez Galindo, A. A. (2022). Culturally relevant science education and critical thinking in indigenous people: Bridging the gap between community and school science. En B. Puig y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Critical Thinking in Biology and Environmental Education. Contributions from Biology Education Research*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92006-7_4
- Giroux, H. (1997). *Los profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*. Paidós.

- Giroux, H. (2003). *Pedagogía y Política de la Esperanza: teoría, cultura y enseñanza: una Antología Crítica*. Amorrortu.
- Gómez Galindo, A. A., García Franco, A., González, L. y Torres Frías, J. C. (2019). Cultural diversity and evolution: Looking for a dialogical teaching perspective. En U. Harms y M. Reiss (Eds.), *Evolution education re-considered* (pp. 227-247). Springer.
- Gómez Galindo, A. A., González Galli, L. y García Franco, A. (2019). Artificial selection of maize as a bridging case to teach natural selection: A simulation proposal. *Journal of Biological Education*. *Journal of Biological Education*, 55(5), 487-500. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1707262>
- González-Escallón, J. D. (2017). Ciudadanía liberal, proyecto de vida y autodeterminación: Los derechos individuales como camino o como límite de la construcción de la identidad. *Vniversitas*, 135, 165-192.
- Gruenewald, D. A. (2003). The best of both worlds: A critical pedagogy of place. *Educational researcher*, 32(4), 3-12.
- Hall, S. (2003). Introducción: ¿quién necesita la “identidad”? En S. Hall y P. du Guay (Comps.), *Cuestiones de identidad cultural* (pp. 13-39). Amorrortu.
- Hamel, R. E. (2018). Bilingual education for indigenous peoples in Mexico. En O. García (Ed.), *Bilingual and Multilingual education: Encyclopedia of language and education* (pp. 395-406). Springer International Publishing.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015). *Encuesta intercensal 2015*. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). *Estadísticas a propósito del día mundial de los pueblos indígenas*. http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/indigenas2016_0.pdf
- Meinardi, E. (2020). Educación científica intercultural. Diálogos entre las ciencias que se enseñan en la escuela y los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas. *Revista de Educación en Biología*, 23(1), 114-118. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/29807>
- Pozzer, L. L. y Jackson, P. A. (2015). Conceptualizing identity in science education research: Theoretical and methodological issues. En C. Milne, K. Tobin y D. De Gennaro (Eds.), *Sociocul-*

- tural studies and implications for science education. The experiential and the virtual* (pp. 213-230). Springer.
- Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press.
- Spera, R. B. (2014). *Reflexiones en torno al concepto de identidad en Hall, Derrida, Foucault y Laclau* [tesis de pregrado inédita]. Universidad Nacional de Rosario.
- Skutnabb-Kangas, T. y Phillipson, R. (1994). *Linguistic human rights. Overcoming linguistic discrimination*. Berlin, New York. Mouton de Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110866391>
- Subero, D. y Esteban-Guitart, M. (2020). Más allá del aprendizaje escolar: el rol de la subjetividad en el enfoque de los fondos de identidad. *Teoría de la Educación*, 31(1), 213-236. <https://doi.org/10.1420/teri20955>
- Walls, L. (2014). Science education and females of color: The play within a play. En M. Atwater, M. L. Russell y M. B. Butler (Eds.), *Multicultural science education. Preparing teachers for equity and social justice* (pp. 41-60). Springer Science+Business Media Dordrecht.

PARTE 4
DIDÁCTICA DE LA
BIODIVERSIDAD,
FORMACIÓN DE PROFESORES
Y CURRÍCULO

*Una didáctica para
la enseñanza de la
biodiversidad: explicitar
concepciones, recuperar la
historia y realizar prácticas
científicas de modelización*

Gonzalo M. A. Bermudez

INTRODUCCIÓN

En este capítulo comenzaremos por ofrecer un marco didáctico a las prácticas de enseñanza de las ciencias experimentales, para luego revisar marcos conceptuales y concepciones alternativas sobre la biodiversidad. A continuación, recuperamos algunos elementos de la conceptualización de la diversidad biológica (biodiversidad) a lo largo del tiempo, hasta el presente. También abordaremos una práctica científica poco explorada para la enseñanza de este tema: la construcción de modelos y la modelización de la biodiversidad.

LAS DIDÁCTICAS Y LA ENSEÑANZA

La inestabilidad e incertidumbre del mundo educativo en ese encuentro subjetivo dentro del aula plantea la necesidad de esclarecer sentidos y significados sobre la enseñanza, objeto de estudio de la didáctica (Pruzzo, 2014). Esta disciplina resulta fundamental para comprender la transformación del trabajo dentro de las instituciones escolares, y para planificar y entender el sentido de la innovación en el campo educativo (Díaz-Barriga, 2009). Así, la constitución de la didáctica ocurre, según De Camilloni (2015a), cuando las prácticas de enseñanza se vuelven objeto de reflexión. Para ello, la didáctica no puede eludir el compromiso ético y político que exige la solución de problemáticas educativas mediante

El diseño y evaluación de proyectos de enseñanza, [...] implementación y evaluación de decisiones de diseño y desarrollo curricular, [...] de estrategias de enseñanza, de configuración de ambientes de aprendizaje y de situaciones didácticas, de la elaboración de materiales de enseñanza, etc. (P. 22)

292

EDUCACIÓN EN BIODIVERSIDAD. PERSPECTIVAS Y RETOS

Por ello, desde una perspectiva que escape a lo técnico-instrumentalista, la didáctica no solo es una acción social que requiere por parte del profesorado la reconstrucción del significado teórico-práctico de su teoría en el marco de situaciones particulares (Basabe, 2015), sino también el compromiso con un proyecto social y determinados valores en el contexto de lo cual se proponen las mejores soluciones (Araujo, 2018).

En este sentido, si nos distanciamos de la racionalidad tecnocrática que operó una significativa reducción de su estructura conceptual (Díaz-Barriga, 2009), coincidimos con Edelstein (2007) al considerar la didáctica un campo multirreferencial, es decir, “no como sumatoria de visiones unilaterales [...] sino como recuperación de aportes múltiples que, sobre la base de la búsqueda de convergencias, resultan potentes para la elucidación de las teorías acerca de las prácticas de la enseñanza [...]” (p. 51).

Parte de esta mirada compleja y pluriangular se da a modo de vinculaciones entre una didáctica general —que insiste en sus esfuerzos por construir su nueva agenda más allá de los contenidos, métodos, etc.— y las didácticas específicas. Estas desarrollan y siste-

matizan conocimiento sobre situaciones de enseñanza y aprendizaje en campos en los que, por la especificidad de los objetos a enseñar, requieren de abordajes singulares que no provienen de la didáctica general y que mantienen con esta una relación tensa (De Camilloni, 2015b). Esta disonancia en la delimitación de los Estados académicos, como metáfora de las organizaciones nacionales, con territorios solapados y en puja, no es propio solo de la didáctica general con las específicas, sino que también se da entre la didáctica y la pedagogía (Roa y Valbuena, 2019). En otras palabras, “las didácticas de dominio específico no se limitan a la aplicación de aquellos principios teóricos y metodológicos provenientes de la didáctica general” (Tamayo, 2014, p. 30), sino que “se constituyen en una fuente inagotable de experiencias específicas que parten del reconocimiento de la naturaleza de la ciencia a enseñar y de las especificidades contextuales en las que se realiza el proceso de formación” (p. 30).

Así, acordamos con Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009, p. 41) en que lo que constituye la didáctica de las ciencias naturales como disciplina del profesorado es “una manera teórica de mirar la actividad científica a fin de configurar una propuesta para enseñarla significativamente a diversas audiencias”. Ello la ha consolidado como una disciplina científica desde la década de 1980, a lo que ha contribuido el consenso acerca de la perspectiva constructivista y el reconocimiento de que su anclaje está más ligado a las propias ciencias naturales que a la pedagogía al proyectarse fuera del ámbito metateórico de las primeras para enriquecerse, principalmente, con aportes epistemológicos y psicológicos (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2002; Picco y Cordero, 2021).

Nacida en el marco de la didáctica de la matemática francesa, aunque con el tiempo haya sido adoptada ampliamente en el ámbito de la didáctica de las ciencias, la teoría de situaciones didácticas de Brousseau desarrolló los conceptos de *situación* y *medio* como instrumentos fundamentales para elaborar una génesis artificial que recupere algunas de las condiciones que dieron origen al conocimiento objeto de la transposición (Fregona y Orús, 2009). Esta teoría constituye así un modelo de interacción entre un sujeto y un medio determinado, en el que un conjunto de tareas y ambientes son diseñados y manipulados por el docente a modo de variables didácticas para producir una particular adaptación por parte de los estudian-

tes (construcción del conocimiento) (Brousseau, 2007). Este medio o *milieu*, que comprende tanto lo material como las estrategias de interacción, ha de ser antagonista a los estudiantes con el fin de que se vean verdaderamente desafiados. El eje y centro de análisis didáctico, en coincidencia con la perspectiva constructivista, está en la actividad (situaciones de referencia), para lo cual han sido elaborados también otros modelos (De Longhi, 2014). En este caso, la teoría de la situación didáctica plantea la necesidad de establecer un contrato didáctico que, como sistema de conocimiento formado en la acción conjunta (Sensevy, 2012), ayude a focalizar la atención de docentes y estudiantes en las mismas características del problema que se pretende resolver (Laborde, 2015).

Por último, queremos destacar que, como afirma De Longhi (2014), el conocimiento del profesorado actúa como una *bisagra* frente a los diversos tipos de conocimientos y fuentes de saber, y frente a la búsqueda de resolver encrucijadas de adecuación al contexto y la práctica áulica. Así, la formación disciplinar en ciencias naturales y la correspondiente al área pedagógico-didáctica, el desarrollo de propuestas que se basen en diseños curriculares versus los intereses y necesidades de los estudiantes, los tiempos de la enseñanza y del aprendizaje versus las lógicas institucionales, por ejemplo, son puestas en un juego de articulación constante por el docente. La búsqueda de un punto de equilibrio, progresivo y relativo a distintos planos de referencia, como una bisagra de n-dimensiones, puede ayudar al profesorado a “acotar la brecha entre *lo deseable* y *lo posible*” (De Longhi, 2014, p. 90). En este sentido, tomaremos esa idea de la configuración de medios didácticos para pensar en una práctica renovada de la enseñanza de la biodiversidad.

ACERCA DE LAS REPRESENTACIONES, MARCOS CONCEPTUALES Y CONCEPCIONES DE LA BIODIVERSIDAD

El análisis de las concepciones del estudiantado comenzó en la década de 1970 caracterizando la etapa protodisciplinar de su historia de la didáctica de las ciencias como disciplina (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002). Anclada en las teorías del constructivismo, en particular del desarrollo cognitivo de Piaget, la construcción de nuevos conocimientos se basa en la modificación y reordenación de esquemas cognitivos preexistentes (Schneiderhan-Opel y Bogner, 2019). Por ello, se tiene

interés, hasta el presente, en la identificación de concepciones o marcos alternativos sobre diferentes temáticas, en este caso sobre la diversidad biológica (Fiebelkorn y Menzel, 2013; Kilinc *et al.*, 2013; Menzel y Bögeholz, 2009). A continuación, recopilamos y presentamos estudios que aportan al conocimiento del profesorado de biología sobre cuatro ejes temáticos que pueden orientar el diseño de secuencias de enseñanza que promuevan aprendizajes significativos y con sentido.

La biodiversidad y sus componentes

En el ámbito internacional, se reconocen varias particularidades acerca de las representaciones sociales, concepciones alternativas y conocimiento conceptual sobre la diversidad biológica. Por ejemplo, las personas refieren con frecuencia a la diversidad de especies al definir la biodiversidad, aunque también creen que se vincula con conceptos ecológicos como el de estabilidad entre los componentes de la naturaleza (Lindemann-Matthies y Bose, 2008). En esta línea, se describen nociones de biodiversidad que incluyen conceptos de equilibrio, cadenas alimentarias, e interacciones entre los seres humanos y la naturaleza (Fischer *et al.*, 2011).

Otras indagaciones, aunque resaltan un centrismo en el número de especies, han podido distinguir que los adultos mencionan los genes y la variedad de hábitats como componentes de la biodiversidad (Buijs *et al.*, 2008). Hunter y Brehm (2003) reconocen que muchos encuestados a los que se les pregunta qué entienden por biodiversidad diseccionan el término y, así, logran elaborar una definición que, aunque simple, es en parte correcta. Otras personas poseen concepciones más amplias, que colocan la biodiversidad en la base de la vida humana, proporcionando y asegurando el equilibrio en la naturaleza. Por ejemplo, desde una perspectiva de diversidad cultural y pluralismo epistemológico, Pérez-Mesa (2019) describe que las concepciones de biodiversidad de la etnia uitoto-muruy de La Chorrera (Amazonas) exceden a la idea de *biodiversidad* en sí (como término occidental), pero que, asociada a la naturaleza, incluye, desde el punto de vista académico-escolar, factores abióticos como las piedras, el viento y la tierra. En este sentido, la autora da cuenta de la compleja trama de expresiones lingüísticas y significados de esta comunidad, que incluyen la Madre Tierra, la abundancia de la vida (el *monifue*) y la danza de la vida en la que pensamiento y palabra pasan a la acción.

Acerca de las concepciones sobre la biodiversidad en contextos escolares, algunos estudios indican que la mayoría de estudiantes de educación secundaria iguala la biodiversidad a la diversidad de organismos vivos (Kilinc et al., 2013) o la variedad de plantas y animales (Menzel y Bögeholz, 2009), con lo cual equipara la biodiversidad con la diversidad de especies, y deja de lado dimensiones de la diversidad del ecosistema y la diversidad genética para solo un 3 % de respuestas (Schneiderhan-Opel y Bogner, 2019). Por otro lado, Bermudez y Lindemann-Matthies (2020) describen que, si bien el centrismo en las especies es preponderante, el conocimiento conceptual de los estudiantes al finalizar la secundaria es más amplio y complejo. En este sentido, hay una gran variedad de marcos conceptuales sobre la biodiversidad, algunos de los cuales están más actualizados que lo planteado en el Convenio de la Diversidad Biológica (CBD) de 1992.

Por ejemplo, la idea de los estudiantes de “variación” como “número de” y “divergencia en” se utiliza para expresar la importancia de proteger una amplia gama de entidades biológicas (“especies”, “tipos de especies”, “relaciones entre especies”, “individuos” y “formas de los árboles”) (figura 1), las cuales se relacionan fuertemente con componentes de la biodiversidad científicamente aceptados —como riqueza, interacciones biológicas, diversidad genética, divergencia funcional— (Díaz et al., 2006, 2015; Hopper et al., 2005). Sin embargo, mientras algunos estudiantes reconocen y valoran la protección de ciertos componentes de la biodiversidad, otros los ignoran o no los consideraron importantes para tomar una decisión en términos de conservación. En general, los componentes infravalorados son el rango dentro de un carácter funcional, la uniformidad o equitatividad de especies (*evenness*), la diversidad alfa y el tamaño poblacional (Bermudez y Lindemann-Matthies, 2020). Sobre este último componente, muchos estudiantes consideran que un representante (individuo) de cada especie es una cantidad suficiente para conservar la biodiversidad en tanto que la riqueza sea idéntica a un sitio cuyas especies tengan poblaciones más abundantes. Este modelo de “arca de Noé” parece desconocer que cuando una población disminuye de tamaño, la diversidad genética se pierde, reduciendo sustancialmente su robustez frente a los cambios ambientales y su capacidad para sobrevivir.

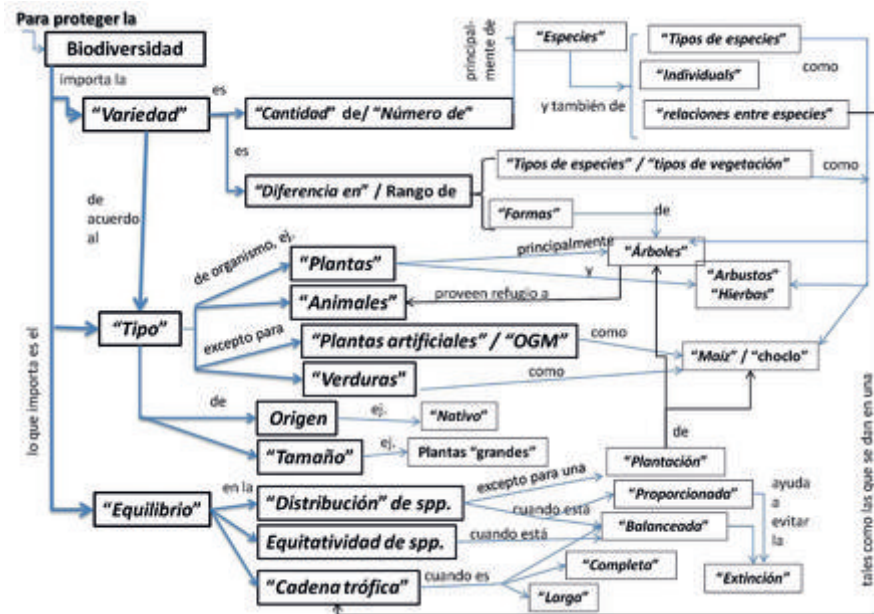


Figura 1. Mapa mental de los marcos de la diversidad biológica de estudiantes de escuela secundaria. Las categorías (izquierda) y subcategorías (en dos niveles, centro y derecha) desde la perspectiva de los actores (nativas) son citadas entre comillas y en cursiva. Fuente: elaboración propia con base en Bermudez y Lindemann-Matthies (2020)

Cualidades de las especies plantas y animales (taxonomía, forma de vida, origen y tamaño)

Más allá del centrismo en las especies, interesa reconocer las preferencias y atribuciones que hacen las personas sobre estas. Una de las más comunes es que el conocimiento y las actitudes positivas suelen dirigirse más a los animales que a las plantas (Bermudez *et al.*, 2018; Campos *et al.*, 2013; Patrick y Tunnicliffe, 2011; Scherer *et al.*, 2015; Torres-Merchan *et al.*, 2018). Este patrón de resultados se atribuye a una “ceguera hacia las plantas” (Neves *et al.*, 2019; Nyberg *et al.*, 2021) en función de cierta incapacidad para reconocerlas o crearlas de menor importancia que los animales. Aun así, los niños nombran frecuentemente a muchas especies de plantas, especialmente a las que poseen flores grandes, coloridas y atractivas (como las ornamentales: rosa, margarita, entre otras) (Campos *et al.*, 2013). Aunque a veces dicha familiaridad correlaciona positivamente con la prefe-

rencia y, con esta, un sentido prioritario de conservación, hay una amplia variedad de criterios que determinan las conexiones afectivas con la vida vegetal. Estos se traducen en expresiones de belleza, significado simbólico, recuerdos de emociones vívidas en el tiempo, el color, olor y tamaño de la planta o estructuras florales (Bermudez *et al.*, 2018; Nyberg *et al.*, 2021). El significado simbólico es positivo, como cuando el florecimiento de una planta indica la llegada de la primavera, que tenga un uso o valor tangible, o negativo, como su uso alimenticio (“verduras”), que posea modificaciones por ingeniería genética moderna o su origen exótico (figura 1) (Bermudez y Lindemann-Matthies, 2020).

Sin embargo, el tamaño de las flores u otros caracteres conspicuos no parecen ser los únicos que aumentan las probabilidades de una especie de ser recordada o reconocida. En este sentido, cuando se les pedía a estudiantes de escuela secundaria que nombraran especies nativas de una región particular, las plantas más mencionadas en el estudio de Bermudez *et al.* (2018) tenían caracteres florales poco notables (color, aroma, tamaño), eran de origen exótico (para la zona y país), crecen en los contextos urbanos y rurales de los alrededores, y algunas, incluso, eran invasoras. Estos autores también advierten que un efecto llamado “de especie adventicia a nativa” promueve que las plantas exóticas que se reproducen espontáneamente en la zona donde habitan los estudiantes, especialmente en el caso de las invasoras (como el pino o siempre verde), sean consideradas especies nativas. A su vez, el conocimiento de las plantas según la forma de vida es diferencial, pues se reconocen y valoran más árboles y plantas grandes que hierbas y otras formas de vida (Bermúdez *et al.*, 2018; Lückmann y Menzel, 2014). En este punto es importante reconocer que para la estructura y funcionamiento ecosistémico las especies más influyentes son las que dominan tanto en abundancia de individuos (tamaño poblacional) como en biomasa.

En cuanto a concepciones y representaciones sobre especies animales, es ampliamente conocido el centrismo en *animales amigables* (*friendly*) como los grandes mamíferos (Yli-Panula y Matikainen, 2014), especialmente aquellos con una apariencia agradable y comportamientos inteligentes o similares a los humanos (el oso panda, el delfín, entre otros) (Patrick y Tunnicliffe, 2011). El tamaño corporal de los animales también se identifica como una variable que favorece

el recuerdo de sus representantes (Yli-Panula y Matikainen, 2014). A su vez, la familiaridad y preferencia favorecen a animales domésticos, como mascotas y animales de granja (Campos *et al.*, 2013). Por ejemplo, las aves son el segundo grupo más citado por estudiantes en los estudios de Bermudez *et al.* (2017) (figura 2), Torres-Merchan *et al.* (2018) y De Sousa y Freixo (2020); como mencionan estos últimos autores, es una práctica muy común tener aves de canto reconocido en la casa. Por el contrario, ofidios, murciélagos y arácnidos suelen causar rechazo y miedo en diferentes culturas (Prokop y Tunnicliffe, 2008; Torres-Merchan *et al.*, 2018). Así, se ha demostrado que tener mascotas en el hogar se asocia con actitudes más positivas y un mejor conocimiento de los niños de los animales populares e impopulares; aunque algunos estudios se inclinan menos favorablemente, y reconocen que, hacia los animales, los niños pueden representar una amenaza, peligro o enfermedad (Prokop y Tunnicliffe, 2010).

Las clasificaciones intuitivas que los estudiantes hacen de los animales incluyen, por ejemplo, categorías como “animales de la catinga” (una ecorregión del nordeste de Brasil), “animales repugnantes” y “animales de granja”, lo que expresa el valor simbólico y cultural sobre las especies que pertenecen, o no, a su entorno y con las que muchas veces conviven (De Sousa y Freixo, 2020). En otras investigaciones, la clasificación en especies nativas o exóticas es realizada de manera externa y no por los mismos actores (por ejemplo, Campos *et al.*, 2013; Patrick y Tunnicliffe, 2011), con lo que puede arribarse a conclusiones diferentes. En este sentido, cuando se les ha pedido a estudiantes que finalizan la educación secundaria que listen diez animales nativos, la mayoría nombra especies autóctonas, siendo el puma y el cóndor las más prominentes (figura 2) (Bermudez *et al.*, 2017).

Otros factores que explican la familiaridad de los niños con las plantas y los animales es el conocimiento de las especies y los intereses en la naturaleza de sus progenitores. En esta línea, Remmele y Lindemann-Matthies (2018) subrayan que la familiaridad de niños de un país europeo con las especies y su interés en la naturaleza se relacionan fuertemente con el interés por y el conocimiento de las especies por parte de sus padres y madres. Así, la historia familiar representa el medio cultural primario para la creación de significados y experiencias con la diversidad biológica en la niñez (Eberbach y Crowley, 2009).

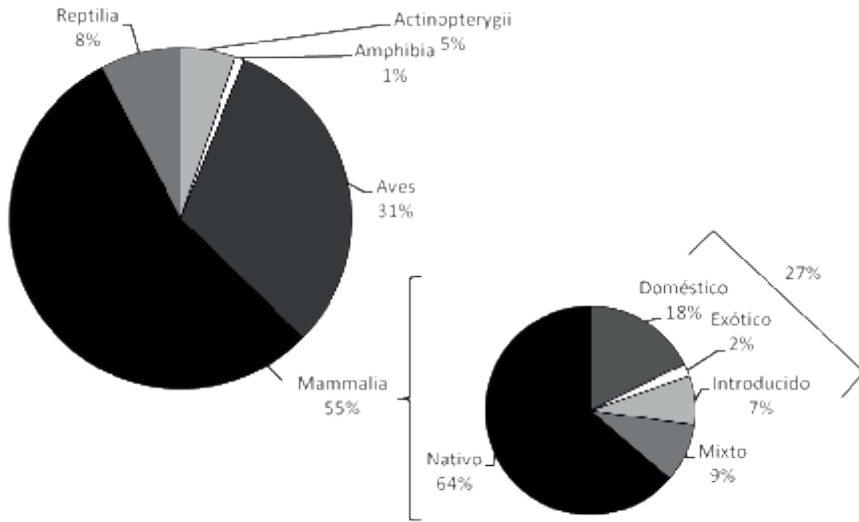


Figura 2. Clasificación (en porcentaje) según la taxonomía y origen de las 216 categorías nominales de especies de animales (cordados) listadas como nativas por estudiantes en Córdoba (Argentina)

Fuente: Bermudez et al., 2017

Balance en la naturaleza y la biodiversidad

En cuanto a las concepciones de estudiantes universitarios, Nisiforou y Charalambides (2012) encontraron que, si bien el conocimiento del estudiantado sobre la biodiversidad aumenta con el tránsito de la carrera, las actitudes hacia esta no cambiaban. Por otro lado, Ergazaki y Ampatzidis (2012) sostienen que la creencia de un balance o “equilibrio de la naturaleza” es muy resistente e implica un orden y estabilidad predeterminados, atribuidos a la naturaleza misma o a una fuerza divina. Ello puede representar un obstáculo para comprender cómo los disturbios afectan la dinámica de los procesos y las propiedades ecosistémicos. Así, sin intervención humana, los ecosistemas permanecerían en un equilibrio inalterable. Bermudez y Lindemann-Matthies (2020) encontraron que la concepción de balance es expresada para varios componentes y atributos de la biodiversidad, por ejemplo, la distribución de especies, la homogeneidad en la abundancia relativa de las especies (*species evenness*) y, principalmente, las redes tróficas. Sobre la uniformidad/equitatividad de las especies, el concepto de equilibrio es importante para los estudiantes

al diferenciar que las plantaciones y los monocultivos representan un ejemplo de disturbio humano que interrumpe el balance de la naturaleza. En este mismo sentido, Fischer y Young (2007) afirman que la dominancia de una sola especie (como situación opuesta a la noción de equilibrio) es valorada negativamente por las personas, especialmente cuando se trata de una especie no nativa alejada del arraigo histórico-cultural. Aún más, la expresión del balance en las cadenas alimentarias implica el reconocimiento de que los efectos por la pérdida de una especie pueden generar una cascada de efectos desconocidos o negativos incluso para los humanos.

Género, ambiente, clase y biodiversidad

Un aspecto sociocultural que influye en la construcción diferencial del conocimiento es el género (Youdell, 2005). Independientemente del sexo biológico de las personas (basado frecuentemente en los cromosomas sexuales), las sociedades han definido a lo largo de la historia roles y estereotipos de género al asignar ciertas tareas y expectativas a niños o niñas (Keller, 1995). Así, para Bourdieu (2000), la identidad masculina alienta a salir de los lugares públicos, a tomar riesgos y a participar en actividades al aire libre, mientras que la identidad femenina conduce a las cosas internas, privadas e invisibles. Del mismo modo, Loughland *et al.* (2003) señalan que a menudo se socializa a las niñas para que sean más cariñosas que los niños. Estas diferenciaciones en las actividades y los discursos, conscientes o tácitas, se hacen evidentes cuando, por ejemplo, los padres están dispuestos a explicar más frecuentemente los hechos científicos a sus hijos que a sus hijas (Crowley *et al.*, 2001) o cuando usan variantes de habla cognitivamente más exigentes con los niños que con las niñas (Tenenbaum y Leaper, 2003). Así, la construcción social de una brecha de género llega a influir en las concepciones del medio ambiente (Loughland *et al.*, 2003) y en la percepción de la diversidad de especies.

En este caso, las niñas parecen apreciar más las plantas (Prokop *et al.*, 2007) y expresan un vínculo emocional más estrecho con los animales que los niños (Pointon, 2014). Campos *et al.* (2013) encontraron que las niñas mencionan más plantas ornamentales, mientras que los niños nombran más plantas silvestres. Al igual que en los estudios de Almeida *et al.* (2018) y Bermudez *et al.* (2017), los varones

nombran más animales nativos que las niñas. Torres-Merchan *et al.* (2018) agregan que las niñas tienen una mayor preferencia por especies de colores llamativos como el colibrí, el camaleón y la mariposa, mientras que los niños tienden a mostrar preferencia por la serpiente coral, la tarántula y la rana de ojos rojos. Ello puede explicarse por el estereotipo de lo masculino asociado a *lo exterior* y lo femenino a *lo privado* y *doméstico*. Sin embargo, al finalizar la educación secundaria, Bermudez y Lindemann-Matthies (2020) y Bermudez *et al.* (2018) afirman que el conocimiento conceptual de los componentes de la biodiversidad y la familiaridad con las plantas consideradas nativas no varía entre varones y mujeres.

Por otro lado, el lugar de residencia de las personas es solo el contexto físico en el que la cultura da sentido al mundo y, por lo tanto, puede influir en las representaciones y los conocimientos del medio ambiente (Eberbach y Crowley, 2009; Pointon, 2014). Por ejemplo, los niños rurales en el centro-oeste de Argentina están más familiarizados con las aves, los reptiles, los anfibios, los peces y las plantas silvestres que las niñas rurales y urbanas (Campos *et al.*, 2013). De modo similar, los niños que viven en asentamientos rurales de España tienden a dibujar más plantas y ambientes más complejos que los niños que habitan en entornos urbanos (Villarroel *et al.*, 2018). Al valorar algunas diferencias entre colegios rurales y urbanos en Colombia, Torres-Merchan *et al.* (2018) observaron que el estudiantado urbano indica con mayor frecuencia a Internet y a las revistas como fuentes de conocimiento de especies animales, mientras que “directamente en la naturaleza” fue el contacto más frecuentemente reconocido para las mariposas y las aves.

En cuando a las variables socioeconómicas que influyen en nuestra forma de interactuar con la naturaleza, Bourdieu (1984) afirma que las elecciones estéticas de las personas, a través de la definición del gusto, dependen de las fracciones de clase. Así, la autoadscripción a un sector determinado se alcanza por la internalización de las preferencias por elementos (como las especies) y comportamientos que son adecuados para los miembros de tal grupo, como lo considerado apropiado para un niño, una niña, un adulto, etc. En determinados contextos, el acervo socioeconómico de las familias se traduce tanto en la capacidad de realizar viajes, visitar museos y parques, adquirir y acceder a artefactos culturales

como libros, Internet, entre otros, como en la elección de instituciones educativas (a favor de la gestión privada) (Bermudez *et al.*, 2018). En este sentido, Bermudez *et al.* (2017) hallaron que, mientras los estudiantes de escuelas privadas mencionan más animales nativos de las regiones de Argentina, los que provienen de escuelas públicas nombran más animales domésticos y más nativos de su zona (en este caso, la Provincia de Córdoba). De modo similar, la proporción de plantas listadas y que son nativas de Córdoba es más alta en el estudiantado de escuelas públicas que en las privadas, en las que especies vegetales originarias del país (Argentina) y las plantas adventicias fueron más frecuentemente listadas (Bermudez *et al.*, 2018). Si bien en estos estudios no se ha indagado acerca de la fuente de contacto con la flora y fauna, otros que lo han hecho indican que el contacto directo con el ambiente próximo genera ricas y variadas oportunidades de conocimiento y valoración de la biodiversidad (Campos *et al.*, 2013). Además del conocimiento escolar, este tipo de contacto podría influir en el alcance de un acervo cultural e identitario más rico sobre el contexto cercano que sobre la región o el país.

303

LAS DEFINICIONES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN LOS ÁMBITOS CIENTÍFICOS Y POLÍTICOS INTERNACIONALES

Según Castro y Valbuena (2018), el conocimiento profesional del profesor de biología abarca, entre otros, el conocimiento biológico (CB), que es aquel producido y validado dentro de la comunidad científica. Sin embargo, lo que se enseña y aprende en la escuela representa una verdadera transformación creativa del objeto de saber, el cual muchas veces tiene a este CB como referente principal. Con ello en mente, revisamos la historia más reciente del constructo *diversidad biológica* como un aporte para el enriquecimiento del conocimiento didáctico de este contenido.

Al rastrear al responsable de acuñar el término *diversidad biológica*, Harper y Hawksworth (1994) apuntan a que la expresión fue utilizada de forma independiente en 1980 tanto por Lovejoy, como por Norse y McManus. En el primer caso, Lovejoy participó en el *Informe global 2000* para el presidente de Estados Unidos, documento que representa el primer estudio global sobre medio ambiente

y desarrollo preparado por un gobierno nacional para su jefe de Estado (en este caso, Jimmy Carter). En el apartado “Una proyección de la extinción de especies”, Lovejoy (1980) menciona que usa el término *diversidad* como una medida de la riqueza de especies, aunque los ecólogos utilicen otros índices más complejos de diversidad ecológica. Ese mismo año, Jimmy Carter envió al Congreso el 11º informe del Consejo sobre Calidad Ambiental, en el que Norse y McManus (1980), en un apartado en el capítulo 2, especifican que la diversidad biológica incluye dos conceptos relacionados: la diversidad genética y la ecológica. El primero es definido como “la cantidad de variabilidad genética entre individuos de una misma especie” (p. 31), mientras que la diversidad ecológica o riqueza de especies “es el número de especies en una comunidad de organismos” (p. 31), pero los autores reconocen que ambos tipos de variedad resultan claves para el funcionamiento del ecosistema.

Del 16 al 18 de noviembre de 1981 tuvo lugar una conferencia acerca de la estrategia de Estados Unidos sobre la diversidad biológica, cuyo documento final fue publicado al año siguiente (Department of State, 1982). Uno de sus objetivos era promover la conciencia pública de las problemáticas relacionadas con la diversidad biológica, concepto que continuó ligado al de diversidad genética y al número de especies (riqueza). Sin embargo, la mayoría de sus conclusiones se basaron en alertar sobre la necesidad de conservar el germoplasma y, secundariamente, alertar sobre la alta tasa de pérdida de especies y los ecosistemas en los que viven.

Años más tarde, Rosen utilizó la forma contraída *biodiversidad* para planificar en 1985 el Foro Nacional sobre *BioDiversidad*, el cual tuvo lugar en 1986 (Ghilarov, 1996) y contó con el auspicio de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (ANC, Junta de Biología Básica) y el Instituto Smithsonian (Dirección de Actividades Internacionales). Realizado del 21 al 25 de septiembre de 1986 en Washington D.C., el foro fue codirigido por Rosen (representando al Consejo Nacional de Investigación/ANC) y Bastian (del Instituto Smithsonian). Las memorias o *Proceedings* fueron publicadas dos años más tarde por Wilson (como editor principal) y Peter (editor asociado) bajo el título *Biodiversity* (Wilson y Peter, 1988). Debido a esto, es frecuente encontrar en la bibliografía ecológica y en manuales escolares la atribución a Wilson de la creación del término biodiversidad.

Sin embargo, el mismo Wilson (1998, p. 6) reconoce que “[Dr. Rosen] introdujo el término *biodiversidad*, que representa acertadamente, así como cualquier término puede, la amplia gama de temas y perspectivas cubiertos durante el foro de Washington”. En estas memorias, Wilson profundiza en el apartado “El estado actual de la diversidad biológica” sobre los componentes específico (número de especies), genético (las especies son un gran repositorio de información genética) y ecosistémico; este último se trató debido a que la desaparición de los bosques tropicales lleva a miles de especies a la extinción (Wilson, 1988). Para algunos ecólogos, la aproximación de Wilson sobre el nivel ecosistémico de la biodiversidad no fue lo suficientemente clara puesto que la desaparición del hábitat está señalada, en realidad, como la causa de la extinción de especies, lo que redundaba en un componente ya conocido. En este sentido, para Harper y Hawksworth (1994) fueron Norse *et al.* (1986) quienes, y de manera inequívoca, refirieron la diversidad biológica como la expresión en tres niveles: genético (dentro de las especies), de las especies (número de especies) y ecológico (comunitario).

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) convocó en 1988 a un grupo especial de expertos sobre la diversidad biológica con el objeto de explorar la necesidad de un convenio internacional acerca de esta. La reunión se llevó a cabo en Ginebra (Suiza) del 16 al 18 de noviembre, y participaron expertos de numerosos países, entre ellos, Brasil, Haití y Venezuela como únicos representantes de Latinoamérica y el Caribe. Entre las conclusiones más importantes sobre el ámbito de los instrumentos jurídicos para la conservación de la biodiversidad, el panel afirmó que los debates debían centrarse en “llegar a un entendimiento común del significado de la conservación de la diversidad biológica” y “el establecimiento de las necesidades a nivel internacional” (UNEP, 1989, p. 4, B.12.a-B.12.b). En febrero de 1990, el PNUMA organizó la segunda reunión, nuevamente en Ginebra, en la que los expertos (incorporándose Perú a la representación latinoamericana) debieron tomar en consideración las palabras inaugurales sobre la reiterada

[...] necesidad de un esfuerzo global en el que los países desarrollados y en desarrollo infundan un nuevo espíritu de cooperación en el diálogo Norte-Sur para la conservación de la diversidad biológica

como elemento fundamental del desarrollo ambientalmente racional y sostenible. (UNEP, 1990, p. 1, II.A.2)

A su vez, en el debate general se hizo hincapié en la urgencia de crear “un nuevo instrumento internacional jurídicamente vinculante sobre la conservación de la diversidad biológica, que prevea medidas concretas y orientadas a la acción” (*op. cit.* p. 3, III.10). Para ello, se puntualizó en que el objetivo de este instrumento legal ha de ser la “conservación de la diversidad biológica mundial, que incluye la diversidad genética, la diversidad de especies y la diversidad de ecosistemas, dentro del amplio concepto socioeconómico de desarrollo sostenible” (*Annex I.A*, p. 10).

De febrero de 1991 al 19 de mayo de 1992 tuvo lugar una serie de siete reuniones de negociaciones con locaciones en Nairobi (Kenia), Madrid (España) y Ginebra (Suiza), la última coincidente con la quinta reunión del Comité Intergubernamental de Negociación para un Convenio sobre la Diversidad Biológica. En estos documentos ya puede apreciarse, en el artículo 2, la que terminará siendo la conceptualización más conocida de la biodiversidad: “la diversidad biológica (o biodiversidad) significa la variedad y variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (UNEP, 1992, p. 5). Los días siguientes, del 20 al 21 de mayo, se dio la antesala de la firma del convenio a través de la discusión, artículo por artículo, en la Conferencia para la Adopción del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) en Nairobi (Kenia). Finalmente, del 3 al 14 de junio de 1992 se dio en Río de Janeiro (Brasil) la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Cumbre de la Tierra). Esta reunión, a la que concurrieron alrededor de 2400 representantes de organizaciones no gubernamentales y unos 17 000 asistentes a los foros, sirvió de marco para la firma del CBD. Sus principales objetivos trataron sobre la conservación de la diversidad biológica, el uso sustentable de sus componentes en el tiempo y la distribución equitativa de sus beneficios (UNEP, 1992). Este tratado quedó abierto hasta el 4 de junio de 1993 para que los representantes gubernamentales que hubieran asistido al encuentro de Río de Janeiro lo firmaran en las oficinas centrales de las Naciones Unidas en Nueva York. Al cerrar este periodo, un total de 168 países habían rubri-

cado el convenio, el cual entró en vigor el 29 de diciembre de 1993. Según Ghilarov (1996), el CBD puede considerarse el reconocimiento oficial de la importancia de la biodiversidad y, a partir de él, se la ha concebido como la expresión de la variedad de la vida en tres niveles organizacionales diferentes: el genético, el específico y el ecosistémico. Esta triple composición es también conocida como la *trilogía de la biodiversidad* (Kaennel, 1998).

El CBD dejó sentado, a su vez, el mecanismo organizativo por el cual el tratado sería monitoreado y, así, los Estados signatarios o Partes (*Parties*) continuarían trabajando por la conservación de la biodiversidad. Para ello, la Conferencia de las Partes (COP) tuvo, entre otras misiones, el establecimiento de

[...] un mecanismo para el suministro de recursos financieros a las Partes que son países en desarrollo a los efectos del presente Convenio [...] [lo que sería] llevado a cabo por la estructura institucional que decida la COP en su primera reunión. (United Nations, 1992, p. 14, art. 21)

Esta primera conferencia tuvo lugar en Nassau (Bahamas) del 28 de noviembre al 9 de diciembre de 1994, y continuó luego con reuniones periódicas bianuales. Para 1995, países como Colombia y Argentina ya habían ratificado el CBD con la adecuación de sus respectivas legislaciones, por lo que ya eran miembros de las Partes. Las COP más recientes se llevaron a cabo en México (2016) y Egipto (2018), mientras que la quinceava conferencia, originalmente organizada para octubre del 2020 en Kunming (China), ha sido reprogramada para el segundo trimestre del 2021 por la pandemia de la COVID-19.

A principios del siglo XXI, Díaz (2001) revisó las publicaciones científicas más relevantes hasta el momento y reconoció el acuerdo generalizado en la comunidad de ecólogos en la *Enciclopedia de biodiversidad* acerca de que “la biodiversidad incluye tanto el número como la composición de los genotipos, especies, tipos funcionales y/o unidades de paisaje en un sistema dado” (p. 321). También Tilman (2001) sintetizó los hallazgos sobre la diversidad funcional producidos en la década de 1990, definiéndola como “el rango y valores de los caracteres de aquellas especies y organismos que influyen en el funcionamiento del ecosistema” (p. 109). Al recuperar antiguas clasificaciones de la ecología, reivindicó que las especies pueden ser

agrupadas según la similitud de sus efectos en el funcionamiento ecosistémico (grupos funcionales) (Tilman, 2001). Desde entonces, han adquirido gran protagonismo caracteres (su valor y diferencia entre valores extremos) como el tamaño, terneza y longevidad de las hojas de las plantas, el tamaño y modo de dispersión de las semillas, la estructura y altura del dosel, la habilidad de rebrote, la capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, entre otros.

Poco después, Hopper *et al.* (2005) presentaron un reporte por la Sociedad de Ecología de Estados Unidos (*Ecological Society of America*, ESA) en el que denominan *entidades* a los componentes de la trilogía y especifican que no solo el número (de entidades) es importante, sino también la *uniformidad (evenness)* y la *composición* (presencia de ciertas especies o tipos funcionales). La atención de Hopper *et al.* (2005) en los diferentes componentes de la biodiversidad (composición, la presencia o ausencia de especies clave, entre otros) es un cuestionamiento al entendimiento general de la biodiversidad como riqueza de especies, y se basa en la consideración de sus efectos sobre las propiedades de los ecosistemas (productividad, almacenamiento de carbono, ciclo de nutrientes, etc.). En un enfoque igualmente detallado, Díaz *et al.* (2006) incorporaron también la *dimensión espacial* y las *vinculaciones* entre las entidades en las que se expresa la biodiversidad: “número, abundancia, composición, distribución espacial e interacciones de genotipos, poblaciones, especies, tipos y caracteres funcionales, y unidades de paisaje en un determinado sistema” (p. 1300). A su vez, Violle *et al.* (2007) señalan que, desde una perspectiva que integra la ecología funcional y la teoría evolutiva, los caracteres funcionales son los que, en realidad, impactan indirectamente en la eficacia biológica del individuo (*fitness*) a través de los efectos en el crecimiento, la reproducción y la supervivencia de un individuo. Son estos rasgos los que determinan, de modo jerárquico, las interacciones con el ambiente y los impactos en los niveles funcionales de la población, la comunidad y el ecosistema.

Como otra acción internacional, la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, www.ipbes.net) fue establecida en el marco de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como un organismo independiente con la finalidad de fortalecer la interfaz ciencia política para la conserva-

ción de la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas, el bienestar humano a largo plazo y el desarrollo sostenible (Díaz *et al.*, 2015). Esta plataforma fue fundada el 21 de abril del 2012 en la ciudad de Panamá por 94 países y con el auspicio de cuatro entidades conocidas de las Naciones Unidas: el PNUMA (UNEP), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (*Food and Agriculture Organization*, FAO), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Sin ser un organismo de las Naciones Unidas, el PNUMA proporciona servicios de secretaría a la IPBES, por lo que está albergada en el campus de la ONU en Bonn, antigua capital de Alemania. La IPBES define la biodiversidad recuperando lo expresado por el CDB (United Nations, 1992), y amplía su definición para incluir ahora

[...] la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte. Esto incluye la variación en atributos genéticos, fenotípicos, filogenéticos y funcionales, así como también los cambios en la abundancia y distribución en el tiempo y el espacio dentro y entre especies, las comunidades biológicas y los ecosistemas. (Díaz *et al.*, 2015, p. 13)

309

Recientemente, del 29 de abril al 4 de mayo del 2019, los 132 miembros de la IPBES discutieron y aceptaron el *Informe de evaluación global sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos* durante la séptima sesión plenaria en la sede mundial de la Unesco en París (Francia). A su vez, adoptaron un resumen para los tomadores de decisiones (gobernantes), en el que se sintetiza una serie de datos y evidencias tan abrumadoras como que alrededor de un millón de especies de animales y plantas están ahora en peligro de extinción más que nunca en la historia de la humanidad.

En su presentación, el presidente de IPBES, sir Robert Watson (figura 3), dijo que “estamos erosionando los cimientos de las economías, los medios de vida, la seguridad alimentaria, la salud y la calidad de vida en todo el mundo”, pero que no es demasiado tarde para actuar: “la naturaleza todavía puede ser protegida, restaurada y aprovechada de manera sostenible [...] [a través de un] cambio transformador [que refiere a] una reorganización sistémica, que

considere los factores tecnológicos, económicos y sociales, incluidos paradigmas, objetivos y valores” (IPBES, 2020). En el mismo contexto, la investigadora Díaz (Argentina), quien copresidiera la evaluación junto a los profesores Settele (Alemania) y Brondízio (Brasil y Estados Unidos), concluyó que “las contribuciones de la biodiversidad y la naturaleza a las personas son nuestro patrimonio común y el sistema de seguridad más importante para la vida de la humanidad. Pero hemos llevado a este sistema a su límite” (IPBES, 2020). Este informe intergubernamental es el primero en su tipo, similar a los derivados del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), y supera con amplitud la también histórica Evaluación de Ecosistemas del Milenio del 2005 (MEA, 2005). La publicación representa un hito importante en el camino hacia la decisión esperada para el 2020 (y pospuesta para el 2021) para un nuevo acuerdo mundial sobre diversidad biológica en el marco del Convenio de la ONU sobre Diversidad Biológica (COP 15).

PRÁCTICAS CIENTÍFICAS Y MODELIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

310

EDUCACIÓN EN BIODIVERSIDAD. PERSPECTIVAS Y RETOS

En la enseñanza de las ciencias existe un consenso generalizado de que el aprendizaje de la ciencia escolar requiere de actividades de modelización (*construcción, prueba y revisión* de modelos), en las cuales las ideas, la experimentación y la discusión se entrecruzan para promover la progresión desde representaciones iniciales de los fenómenos a otras formas más complejas (Acher *et al.*, 2007).

Una de las posiciones más conocidas dentro de la visión semántica de las teorías es el *realismo constructivo* de Giere (Koponen y Tala, 2014), que define a los modelos como cualquier representación subrogante, en cualquier medio simbólico, que nos permite pensar, hablar y actuar con rigor y profundidad en el sistema de estudio (Giere, 1988, citado en Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009). Las representaciones transpuestas pueden consistir no solo en modelos abstractos muy sofisticados, sino también en maquetas, imágenes, dibujos, gráficos y analogías. Sin embargo, es necesario no reducir estas representaciones a meros *rastros* fenomenológicos de los objetos subrogados (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009). Los modelos, ya sean concretos, matemáticos o abstractos, científicos o creados con el fin de la enseñanza (Chamizo, 2010; Pass-

more *et al.*, 2014), representan el comportamiento y la estructura de un sistema real, por lo que los aspectos estructurales y procesuales del modelo deberían asemejarse a los que modela (Koponen y Tala, 2014). En ese sentido, la perspectiva de Giere acerca de la composición de las teorías científicas en familias de modelos (Ariza *et al.*, 2016) establece que su tarea es la *descripción, explicación y predicción* de los fenómenos dentro de su alcance previsto (Koponen y Tala, 2014). Así, los modelos pueden usarse descriptivamente como un medio para mostrar o explicar algo, y predicativamente como entidades hipotéticas y herramientas de investigación (Gogolin y Krüger, 2017). Como situación didáctica, la modelización escolar requiere adecuar el plano abstracto o de las ideas con el plano real observado mediante representaciones que permitan ser compartidas y negociadas en contextos específicos (plano material) (Chamizo, 2010).

A pesar de que la investigación en didáctica de las ciencias ha señalado la importancia de la enseñanza explícita para instruir sobre concepciones apropiadas de la ciencia y de los científicos, el marco epistémico de la práctica de modelización escolar se mantiene muchas veces en el plano de lo implícito. Por ello, es fundamental que el profesorado lleve a cabo un discurso *metaanalítico* sobre la actividad de modelización (*metamodeling talk*), dando cuenta explícita de sus procesos e intenciones (Gray y Rogan-Klyve, 2018). Ello colabora, a su vez, con el entendimiento del rol del agente cognitivo en el proceso de modelización, quien, en última instancia, será el responsable de determinar la naturaleza de la relación entre el modelo y el fenómeno (Gómez, 2014; Passmore *et al.*, 2014). En este marco, cobra valor la distinción entre los modelos (y su construcción) '*de*' (célula, átomo, biodiversidad, etc.) versus '*para*', dando más peso en el último caso a la *función* por sobre la *forma* (Passmore *et al.*, 2014). Por ello, aunque los docentes se concentren más frecuentemente en la estructura material (objetos para representar planetas, electrones, etc.), los modelos, como verdaderos *sistemas de representación*, son más bien herramientas que se utilizarán para razonar *sobre* los fenómenos. Cuando estos son complejos y con niveles de expresión no evidentes, como el constructo de biodiversidad (figura 4), la modelización hace posible describir la estructura interna, la composición y el funcionamiento de los sistemas en estudio, además de generar predicciones que permitan intervenir en ellos (Develaki, 2007; Gómez, 2014).



Figura 4. Ejemplo de materialización de un modelo para los componentes de la biodiversidad. Un agente cognitivo usa un sistema de representación semiótico (formas geométricas de distintos colores, tamaños y formas) para dar sentido a fenómenos del mundo

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que los modelos no son simplemente *de* fenómenos sino herramientas que se utilizan *para* pensar e intervenir en el fenómeno (Passmore *et al.*, 2014), cobra valor la agencia cognitiva para que transfiera algunas características de la *fuentes* del modelo al *objetivo* o *blanco* de este: “tenemos un objetivo, algo que queremos entender; una fuente, algo conocido por nuestra vida cotidiana o experiencias previas; y el modelo que nos ayuda a tender un puente entre los dos” (Coll y Lajium, 2011, p. 3). Así, la creación de modelos de la diversidad biológica (figura 4) podría pensarse como el establecimiento de un conjunto de analogías (tabla 1) que, como un *puente*, vincule las conceptualizaciones de la biodiversidad (blanco) y algún sistema material (fuente) para dotar de sentido a determinados fenómenos de la realidad (figura 5). Para ello, será necesario describir (por ejemplo, la cantidad de individuos de cada especie); interpretar (ej., la distribución de una especie); hipotetizar (ej., acerca de las causas por las que observamos una distribución o proporción determinada); predecir/retrodecir (ej., lo que ocurriría si una de las especies fuese invasora/cómo veríamos un área si no hubiese sido incendiada); comunicar y negociar (ej., el registro semiótico: fichas, dibujos, nexos entre pares de fuente-blanco, etc.); diseñar y tomar decisiones (ej., áreas a proteger, dónde relevar datos); evaluar el modelo (ej., si la teoría permite explicar y predecir o si debe enriquecerse) y el sistema de representación (ej., limitaciones del registro, propiedades de los materiales); y reflexionar sobre la actividad propiamente dicha (*metamodelización*) (figura 5).



Figura 5. Estructura triádica de un ejemplo de modelización de la biodiversidad en una secuencia de enseñanza y aprendizaje que vincula tres planos: el concepto de biodiversidad (abstracto), el mundo de los fenómenos (real cercano) y el sistema material (concreto)

Fuente: elaboración propia

Tabla 1. Modelización de la biodiversidad: descripción de los nexos entre fuente y blanco para el conjunto de analogías de un sistema de representación de la biodiversidad basado en fichas (figura 5)

Blanco	Fuente	Nexo	Ejemplo
Riqueza de poblaciones	Tono	El número de tonos de un color representa el número de poblaciones de una especie	Escenario de alta biodiversidad (eab): fichas de tono celeste, azul marino y azul eléctrico Escenario de baja biodiversidad (ebb): igual cantidad de fichas, pero de un solo tono (color celeste)

Riqueza (de especies)	Color	El número de colores de las fichas representa el número de especies de una comunidad	EAB: fichas de varios colores (azules, rojas, amarillas, verdes, etc.) EBB: igual cantidad de fichas pero de menos colores (ej., azules y verdes)
Uniformidad o equitatividad de las especies (evenness)	Proporción	La proporción de colores de las fichas representa la abundancia relativa de las especies, es decir, qué tan homogéneamente están repartidas las fichas entre los colores representa la distribución de los individuos entre las especies	EAB: proporción similar de fichas de distintos colores EBB: muchas fichas de un color y unas pocas del resto de colores
Grupo funcional	Forma/ Textura	Las formas geométricas de las fichas (hexágonos, cuadrados, círculos) y las texturas (lisas, rayadas, texturadas) representan los agrupamientos de las especies en función de su respuesta a cambios o efectos en los procesos y la estructura ecosistémica	EAB: fichas de variadas formas y texturas. EBB: fichas de un menor rango de formas y texturas
Diversidad genética	Imperfecciones de borde y textura	Las imperfecciones y variaciones en los bordes, grosor, etc., de las fichas representan la expresión fenotípica de la variedad en los genes de la población	EAB: fichas con variadas imperfecciones en los bordes y texturas EBB: fichas idénticas

CONSIDERACIONES FINALES

Como mencionamos al principio de este capítulo, la didáctica no solo se constituye cuando las prácticas de enseñanza son objeto de reflexión, sino que los docentes, “frente a un discurso plagado de reglas, [...] debe[n] penetrar a través de los contenidos manifiestos, para reconstruir su significado teórico-práctico en términos que permitan ilumi-

nar la situación particular y la interpretación que de ella se hace" (De Camilloni, 2015c, pp. 68-69). Para configurar medios didácticos multirreferenciales desde una mirada compleja que no eluda el compromiso ético y político de su accionar, la enseñanza de la biodiversidad desafía al profesorado a ponderar, como una bisagra n -dimensional, un sinnúmero de elementos constitutivos y relaciones como las concepciones alternativas del estudiantado y las prácticas de una comunidad científica de referencia (construcción de modelos y modelización). Con esta contribución, esperamos haber inspirado a profesores en el afán de que encuentren puntos de articulación que, entre lo deseable y lo posible, promuevan un tránsito progresivo hacia aprendizajes cada vez más significativos y transformadores en sus estudiantes. Acordamos con Pruzzo (2014) en que la *praxis*, como comunicación dialógica, puede enriquecerse si el profesorado, "como creador y artista, fabrica herramientas simbólicas de la cultura para andamiar el aprendizaje. Así la *poiesis*, como fabricación de mediadores culturales, penetra en el acto educativo" (p. 5). En este sentido, sin caer en la idea de modelo como artefacto ni en una racionalidad tecnocrática de la instrumentación didáctica, un dibujo, una maqueta, un esquema, una ficha, etc., pueden actuar como puentes analógicos que permitan la mediación intersubjetiva entre modelos científicos y cotidianos de la biodiversidad en el marco de una actividad científica escolar. Con ello, invitamos al profesorado a enriquecer la enseñanza de la diversidad biológica con representaciones subrogantes que permitan, por un lado, hablar con rigor y profundidad sobre el sistema estudiado y, por el otro, la construcción conjunta y la comprensión compartida de la naturaleza de las relaciones entre el modelo y el fenómeno, de manera que colaboren con proyectos sociales en los que se inscribe el accionar didáctico. Para ello, reconocemos la necesidad de una didáctica *en el territorio de lo público* que, desde un abordaje curricular *intersticial y de borde*, contextualice las prácticas de enseñanza en problemáticas socioambientales reales y cotidianas (Bermudez *et al.*, 2020), como "la pobreza, la destrucción ecológica, la tergiversación de la historia y el desmantelamiento del estado social" (Giroux, 2016, pp. 23-24).

REFERENCIAS

- Acher, A., Arcà, M. y Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, 91, 398-418.

- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140.
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(1), 40-49.
- Almeida, A., García, B. F. y Strecht-Ribeiro, O. (2020). Children's knowledge and contact with native fauna: A comparative study between Portugal and Spain. *Journal of Biological Education*, 54, 17-32.
- Araujo, S. M. (2018). Didáctica y curriculum. Revisita a algunos textos de Alicia Camilloni. *Revista de Educación (Mar del Plata)*, 14(2), 147-167.
- Ariza, Y., Lorenzano, P. y Adúriz-Bravo, A. (2016). Meta-theoretical contributions to the constitution of a model-based didactics of science. *Science & Education*, 25, 747-773.
- Basabe, L. (2015). Acerca de los usos de la teoría didáctica. En A. R. W. de Camilloni (Comp.), *El saber didáctico* (pp. 201-231). Paidós.
- Bermudez, G. M., Battistón, L. V., Capocasa, M. C. G. y De Longhi, A. L. (2017). Sociocultural variables that impact high school students' perceptions of native fauna: A study on the species component of the biodiversity concept. *Research in Science Education*, 47, 203-235.
- Bermudez, G. M., Díaz, S. y De Longhi, A. L. (2018). Native plant naming by high-school students of different socioeconomic status: Implications for botany education. *International Journal of Science Education*, 40, 46-66.
- Bermudez, G. M., García, L. P. y Cisnero, K. G. (2020). Didáctica de las ciencias naturales para una ciudadanía crítica y democrática. Reflexiones y prácticas en el contexto de problemáticas sociocientíficas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 22, e16190. <https://doi.org/10.1590/21172020210132>
- Bermudez, G. M. y Lindemann-Matthies, P. (2020). "What matters is species richness"—High school students' understanding of the components of biodiversity. *Research in Science Education*, 50, 2159-2187.
- Bourdieu, P. (1984). *Distinction: A social critique of the judgment of taste*. Cambridge University Press.
- Bourdieu, P. (2000). *La dominación masculina*. Anagrama.

- Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Zorzal.
- Buijs, A. E., Fischer, A., Rink, D. y Young, J. C. (2008). Looking beyond superficial knowledge gaps: Understanding public representations of biodiversity. *The International Journal of Biodiversity Science and Management*, 4, 65-80.
- Campos, C. M., Nates, J. y Lindemann-Matthies, P. (2013). Percepción y conocimiento de la biodiversidad por estudiantes urbanos y rurales de las tierras áridas del centro-oeste de Argentina. *Ecología Austral*, 23, 174-183.
- Castro, J. A. M. y Valbuena, É. O. U. (2018). Algunas relaciones entre la autonomía de la biología y la emergencia de su didáctica: consideraciones sobre la complejidad de enseñar una ciencia compleja. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24, 267-282.
- Chamizo, J. A. C. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 26-41.
- Coll, R. K. y Lajium, D. (2011). Modeling and the future of science learning. En M. Khine, y I. Saleh (Eds.), *Models and modeling. Models and modeling in science education*. Vol. 6 (pp. 3-21). Springer.
- Crowley, K., Callanan, M. A., Tenenbaum, H. R. y Allen, E. (2001). Parents explain more often to boys than to girls during shared scientific thinking. *Psychological Science*, 3, 258-261.
- De Camilloni, A. R.W. (2015a). Justificación de la didáctica. En A. R. W. de Camilloni (Comp.), *El saber didáctico* (pp. 19-22). Paidós.
- De Camilloni, A. R. W. (2015b). Didáctica general y didácticas específicas. En A. R. W. de Camilloni (Comp.), *El saber didáctico* (pp. 23-39). Paidós.
- De Camilloni, A. R. W. (2015c). El sujeto del discurso didáctico. En A. R. W. de Camilloni (Comp.), *El saber didáctico* (pp. 61-70). Paidós.
- De Longhi, A. L. (2014). El conocimiento didáctico del profesor: una bisagra. En M. Civarolo y S. Lizarriturri (Comps.), *Didáctica general y didácticas específicas. La complejidad de las relaciones en el nivel superior* (pp. 85-107). UNVM.
- De Sousa, D. K. C. y Freixo, A. A. (2020). Sistemas de classificação intuitiva como possibilidade para o ensino de diversidade animal no contexto da educação do campo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 20, 193-220.

- Department of State. (1982). *Proceedings of the U.S. Strategy Conference on Biological Diversity, November 16-18, 1981*. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=umn.31951d00303967n;view=1up;seq=3>
- Develaki, M. (2007). The model-based view of scientific theories and the structuring of school science programmes. *Science & Education, 16*, 725-749.
- Díaz-Barriga, A. (2009). *Pensar la didáctica*. Amorrortu.
- Díaz, S. (2001). Ecosystem function, measurement, terrestrial communities. En S. A. Levin (Ed.), *Encyclopedia of biodiversity*. Vol. 2 (pp. 321-344). Academic Press.
- Díaz, S., Demissew, S., Joly, C., Lonsdale, W. M. y Larigauderie, A. (2015). A Rosetta Stone for nature's benefits to people. *PLoS Biology, 13*(1), e1002040. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002040>
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin, F. S. y Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology, 4*(8), e277. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040277>
- Eberbach, C. y Crowley, K. (2009). From everyday to scientific observation: How children learn to observe the biologist's world. *Review of Educational Research, 79*, 39-68.
- Edelstein, G. (2007). Didáctica y orientaciones prácticas. ¿Una obstinación o un desafío? Aportes al debate. *Itinerarios Educativos, 3*, 38-59.
- Ergazaki, M. y Ampatzidis, G. (2012). Students' reasoning about the future of disturbed or protected ecosystems & the idea of the 'balance of nature'. *Research in Science Education, 42*, 511-530.
- Fiebelkorn, F. y Menzel, S. (2013). Student teachers' understanding of the terminology, distribution, and loss of biodiversity: Perspectives from a biodiversity hotspot and an industrialized country. *Research in Science Education, 43*, 1593-1615.
- Fischer, A., Langers, F., Bednar-Friedl, B., Geamana, N. y Skogen, K. (2011). Mental representations of animal and plant species in their social contexts: Results from a survey across Europe. *Journal of Environmental Psychology, 31*, 118-128.
- Fischer, A. y Young, J. C. (2007). Understanding mental constructs of biodiversity: Implications for biodiversity management and conservation. *Biological Conservation, 136*, 271-282.

- Fregona, D. y Orús, P. B. (2009). *La noción de medio en la teoría de las situaciones didácticas: una herramienta para analizar decisiones en las clases de matemática*. Zorzal.
- Giroux, H. (2016). La pedagogía crítica en tiempos oscuros de Henry Giroux. *Praxis Educativa*, 17(2), 13-26.
- Gómez Galindo, A. A. (2014). Progresión del aprendizaje basado en modelos: la enseñanza del aprendizaje del sistema nervioso. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 7(13), 101-107.
- Ghilarov, A. (1996). What does 'biodiversity' mean—Scientific problem or convenient myth? *Trends in Ecology & Evolution*, 11(7), 304-306.
- Gogolin, S. y Krüger, D. (2017). Diagnosing students' understanding of the nature of models. *Research in Science Education*, 47, 1127-1149.
- Gray, R. y Rogan-Klyve, A. (2018). Talking modelling: Examining secondary science teachers' modelling-related talk during a model-based inquiry unit. *International Journal of Science Education*, 40, 1345-1366.
- Harper, J. L. y Hawksworth, D. L. (1994). Biodiversity: Measurement and estimation. Preface. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 345(1311), 5-12.
- Hooper, D. U., Chapin, F. S. III, Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J. y Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning. *Ecological Monographs*, 75, 3-35.
- Hunter, L. M. y Brehm, J. (2003). Qualitative insight into public knowledge of, and concern with, biodiversity. *Human Ecology*, 31, 309-320.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2020). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) media release. Nature's dangerous decline 'unprecedented' species extinction rates 'accelerating'. <https://ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment>
- Kaennel, M. (1998). Biodiversity: A diversity in definition. En P. Bachmann, M. Köhl y R. Päivinen (Eds.), *Assessment of biodiversity for improved forest planning* (pp. 71-81). Kluwer Academic Publishers.

- Keller, E. F. (1995). *Refiguring life: Metaphors of twentieth-century biology*. Columbia University Press.
- Kilinc, A., Yeşiltaş, N. K., Kartal, T., Demiral, Ü. y Eroğlu, B. (2013). School students' conceptions about biodiversity loss: Definitions, reasons, results and solutions. *Research in Science Education*, 43, 2277-2307.
- Koponen, I. T. y Tala, S. (2014). Generative modelling in physics and in physics education: From aspects of research practices to suggestions for education. En *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1143-1169). Springer.
- Laborde, C. (2015). Didactical situation. En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 321-325). Springer.
- Lindemann-Matthies, P. y Bose, E. (2008). How many species are there? Public understanding and awareness of biodiversity in Switzerland. *Human Ecology*, 36, 731-742.
- Loughland, T., Reid, A., Walker, K. y Petocz, P. (2003). Factors influencing young people's conceptions of environment. *Environmental Education Research*, 9, 3-19.
- Lovejoy, T. E. (1980). Changes in biological diversity. En G. O. Barney (Ed.), *The global 2000 report to the President* (pp. 327-332). Vol. 2. Penguin. <http://www.geraldbarney.com/G2000Page.html>
- Lückmann, K. y Menzel, S. (2014). Herbs versus trees: Influences on teenagers' knowledge of plant species. *Journal of Biological Education*, 48, 80-90.
- Menzel, S. y Bögeholz, S. (2009). The loss of biodiversity as a challenge for sustainable development: How do pupils in Chile and Germany perceive resource dilemmas? *Research in Science Education*, 39, 429-447.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and human well-being*. Island Press.
- Neves, A., Bündchen, M. y Lisboa, C. P. (2019). Cegueira botânica: é possível superá-la a partir da Educação? *Ciência & Educação (Baurú)*, 25, 745-762.
- Nisiforou, O. y Charalambides, A. G. (2012). Assessing undergraduate university students' level of knowledge, attitudes and behaviour towards biodiversity: A case study in Cyprus. *International Journal of Science Education*, 34, 1027-1051.
- Noguera, D. (2019). *Presidente de la IPBES, sir Robert Watson, en la sesión realizada en París, 2019* [fotografía]. <https://www.dropbox.com/>

- sh/yd8l2v0u4jqptp3/AAC09HtWpRA4gCwIBLsujne6a/3%20Visual%20Resource%20Material/Global%20Assessment%20Photos%20at%20%23IPBES7?dl=0&preview=Photo+Credit+-+IISD%2C+Diego+Noguera+-+DSC_0781-2.jpg&subfolder_nav_tracking=1
- Norse, E. A. y McManus, R. E. (1980) Ecology and living resources biological diversity. En Council on Environmental Quality (Ed.), *The eleventh annual report of the Council on Environmental Quality* (pp. 31-38). Council on Environmental Quality. <http://www.slideshare.net/whitehouse/august-1980-the-eleventh-annual-report-of-the-council-on-env>
- Norse, E. A., Rosenbaum, K. L., Wilcove, D. S., Wilcox, B. A., Romme, W. H., Johnston, D. W. y Stout, M. L. (1986). *Conserving biological diversity in our national forests*. The Wilderness Society.
- Nyberg, E., Brkovic, I. y Sanders, D. (2021). Beauty, memories and symbolic meaning: Swedish student teachers views of their favourite plant and animal. *Journal of Biological Education*, 55, 31-44.
- Passmore, C., Gouvea, J. S. y Giere, R. (2014). Models in science and in learning science: Focusing scientific practice on sense-making. En *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1171-1202). Springer.
- Patrick, P. y Tunnicliffe, S. D. (2011). What plants and animals do early childhood and primary students' name? Where do they see them? *Journal of Science Education and Technology*, 20, 630-642.
- Pérez-Mesa, M. R. (2019). Concepciones de biodiversidad y prácticas de cuidado de la vida desde una perspectiva cultural. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 45(1), 17-34.
- Picco, S. y Cordero, S. (2021). Articulaciones y tensiones entre la didáctica general y la didáctica de las ciencias naturales: algunas perspectivas analíticas. *Praxis Educativa*, 25(1), 2-21.
- Pointon, P. (2014). 'The city snuffs out nature': young people's conceptions of and relationship with nature. *Environmental Education Research*, 20, 776-794.
- Prokop, P., Prokop, M. y Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42, 36-39.

- Prokop, P. y Tunnicliffe, S. D. (2008). "Disgusting" animals: Primary school children's attitudes and myths of bats and spiders. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(2), 87-97.
- Prokop, P. y Tunnicliffe, S. D. (2010). Effects of having pets at home on children's attitudes toward popular and unpopular animals. *Anthrozoos*, 23, 21-35.
- Pruzzo, V. D. P. (2014). La enseñanza entre la praxis y la poiesis. Aportes a la didáctica general. *Revista Pilquen*, 11(1), 1-13.
- Remmele, M. y Lindemann-Matthies, P. (2018). Like father, like son? On the relationship between parents' and children's familiarity with species and sources of knowledge about plants and animals. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), em1581.
- Roa, R. y Valbuena, E. U. (2019). Ciencias didácticas y pedagógicas: tensiones epistemológicas. *Revista Educación y Cultura*, 132, 16-25.
- Scherer, H. J., Pinheiro, D. K. y Essi, L. (2015). O conhecimento da biodiversidade: um estudo de caso com estudantes de graduação de uma universidade brasileira. *Revista Monografias Ambientais*, 14(2), 49-58.
- Schneiderhan-Opel, J. y Bogner, F. X. (2019). Between environmental utilization and protection: adolescent conceptions of biodiversity. *Sustainability*, 11(17), 4517. <https://doi.org/10.3390/su11174517>
- Sensevy, G. (2012). About the joint action theory in didactics. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(3), 503-516.
- Tamayo, O. E. A. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 36, 25-45.
- Tenenbaum, H. R. y Leaper, C. (2003). Parent-child conversations about science: The socialization of gender inequities? *Developmental Psychology*, 39, 34-47.
- Tilman, D. (2001). Functional diversity. En S. A. Levin (Ed.), *Encyclopedia of biodiversity*. Vol. 3 (pp. 109-120). Academic Press.
- Torres-Merchan, N., Salcedo-Plazas, L., Becerra-Niño, A. y Valde-rrama, W. (2018). Fuentes de conocimiento en la identificación y preferencias de fauna en niñez de contextos rurales y urbanos. *Revista Electrónica Educare*, 22(3), 1-17.

- United Nations Environment Programme (UNEP). (1989). *United Nations Environment Programme ad hoc working group of experts on biological diversity*. <https://www.cbd.int/doc/meetings/iccbd/bdewg-01/official/bdewg-01-03-en.pdf>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (1990). *Report of the ad hoc working group on the work of its second session in preparation for a legal instrument on biological diversity of the planet*. <https://www.cbd.int/doc/meetings/iccbd/bdewg-02/official/bdewg-02-03-en.pdf>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (1992). *Seventh negotiating session/Fifth session of INC*. <https://www.cbd.int/doc/meetings/iccbd/bdn-07-inc-05/official/bdn-07-inc-05-02-en.pdf>
- United Nations. (1992). *Convention on Biological Diversity*. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>
- Villarroel, J. D., Antón, A., Zuazagoitia, D. y Nuño, T. (2018). Young children's understanding of plant life: A study exploring rural-urban differences in their drawings. *Journal of Biological Education*, 52, 331-341.
- Violle, C., Navas, M. L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. y Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116, 882-892.
- Wilson, E. O. (1988). The current state of biological diversity. En E. O. Wilson y F. M. Peter (Eds.), *Biodiversity* (pp. 3-21). National Academy Press. <http://www.nap.edu/read/989/chapter/1>
- Wilson, E. O. y Peter, F. M. (Eds.) (1988). *Biodiversity*. National Academy Press. <http://www.nap.edu/read/989/chapter/1>
- Yli-Panula, E. y Matikainen, E. (2014). Students and student teachers ability to name animals in ecosystems: A perspective of animal knowledge and biodiversity. *Journal of Baltic Science Education*, 13, 559-572.
- Youdell, D. (2005). Sex-gender-sexuality: How sex, gender and sexuality constellations are constituted in secondary schools. *Gender and Education*, 17, 249-270.

Ambientalización curricular: el caso de la biodiversidad como eje transformador

Marisol Lopera Pérez
María Mercedes Jiménez Narváez

PRESENTACIÓN

La ambientalización curricular es entendida como el proceso de desarrollo y transformación del currículo para integrar asuntos ambientales relevantes en contextos educativos particulares. En este sentido, se considera que esta responde al análisis socioambiental y posibilita explorar alternativas viables y coherentes que favorezcan la sustentabilidad a partir del desarrollo de diversas competencias, y del nivel de pensamiento sistémico y complejo.

Ahora bien, la biodiversidad como concepto altamente estructurante (desde lo disciplinar y didáctico) puede entenderse como el eje de transformación del currículo escolar, lo que implica su resignificación en pro de una formación que valore la diferencia y favorezca el principio de otredad, y que entienda la diversidad biológica como

una manifestación del devenir de la vida, conjugado con incertidumbre, fragilidad y, sin duda, multiplicidad.

Desde esta perspectiva, en el encuentro con los doctorandos a través de la cátedra, se realizó una aproximación al concepto de ambientalización curricular —tomando en consideración diferentes áreas de conocimiento o a partir de la integración disciplinar— para sentir, vivir y apropiarse la biodiversidad desde la escuela como oportunidad para cuestionar estructuras curriculares lineales, rígidas y descontextualizadas. Así mismo, se ofreció un espacio para analizar las maneras particulares como se relaciona el currículo con el tema de la biodiversidad y la viabilidad de utilizar el modelo planteado por los derechos básicos de aprendizaje (DBA) como punto de partida.

Así, este documento presenta la fundamentación epistemológica del concepto de biodiversidad y las implicaciones educativas. Después, se ahonda en los procesos de desarrollo y ambientalización curricular a partir de algunas perspectivas teórico-prácticas. Además, en la última parte, se referencian dos experiencias del grupo de investigación Perspectivas de Investigación en Educación en Ciencias (PiEnCias, de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia) y algunas consideraciones que aportan a la reflexión sobre el tema.

326

FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS

El concepto de biodiversidad ha estado latente en el devenir histórico de la biología, desde la cual se manifiestan múltiples aproximaciones, compresiones y representaciones. Esto es evidente en la lógica aristotélica, la visión mecanicista y cartesiana de la vida propuesta por Julio Verne, la fundamentación de Linneo o las perspectivas altruistas de Wallace y Darwin, sin olvidar la presencia del concepto de biodiversidad en las diferentes cosmovisiones, conocimientos, sentimientos y saberes tradicionales de las comunidades ancestrales (figura 1).

Se valora significativamente el trabajo de diferentes autores (Núñez *et al.*, 2003; Van Dyke, 2008; Hernández, 2013; Klier, 2016; Colwell, 2009) para reconstruir la evolución del concepto de biodiversidad y sus implicaciones culturales, económicas, políticas y, por supuesto, formativas.



Figura 1. Mosaico de representaciones sobre la biodiversidad

Nota: consultar el enlace <https://view.genial.ly/5f04cf8f3a9fd70d91275dbb/horizontal-infographic-review-biodiversidad>

Fuente: elaboración propia

Así, abordar temas ambientales —como la biodiversidad— desde la perspectiva educativa demanda una comprensión profunda de dicha fundamentación epistemológica. En primera instancia, se debe mencionar que la biodiversidad es un tema de alta complejidad, cuyas problemáticas están vinculadas a las diversas concepciones del medio ambiente, al igual que a las tensiones entre conceptos como ecosistema y cultura latentes. Así mismo, en América Latina y particularmente en Colombia, el concepto de biodiversidad se ha expandido desde la década de los ochenta, configurándose como un crisol de vertientes conceptuales.

En este punto, se destaca la definición de biodiversidad dada por Wilson (1997), quien la considera el resultado de las variaciones en la base hereditaria en todos los niveles de organización, desde los genes en una población local o especie, pasando por las especies que componen toda o una parte de una comunidad local, y finalmente hasta las mismas comunidades que componen la parte viviente de los múltiples ecosistemas del mundo. Sin embargo, gracias al enorme flujo de información y las dinámicas de generación de conocimiento, en la actualidad se considera que el concepto biodiversidad es más amplio y se valora el trabajo de diferentes investigadores en el área

para redefinirlo. En particular Núñez *et al.* (2003) presentan un estudio de la evolución del concepto de biodiversidad que se sintetiza y enriquece en la figura 2.

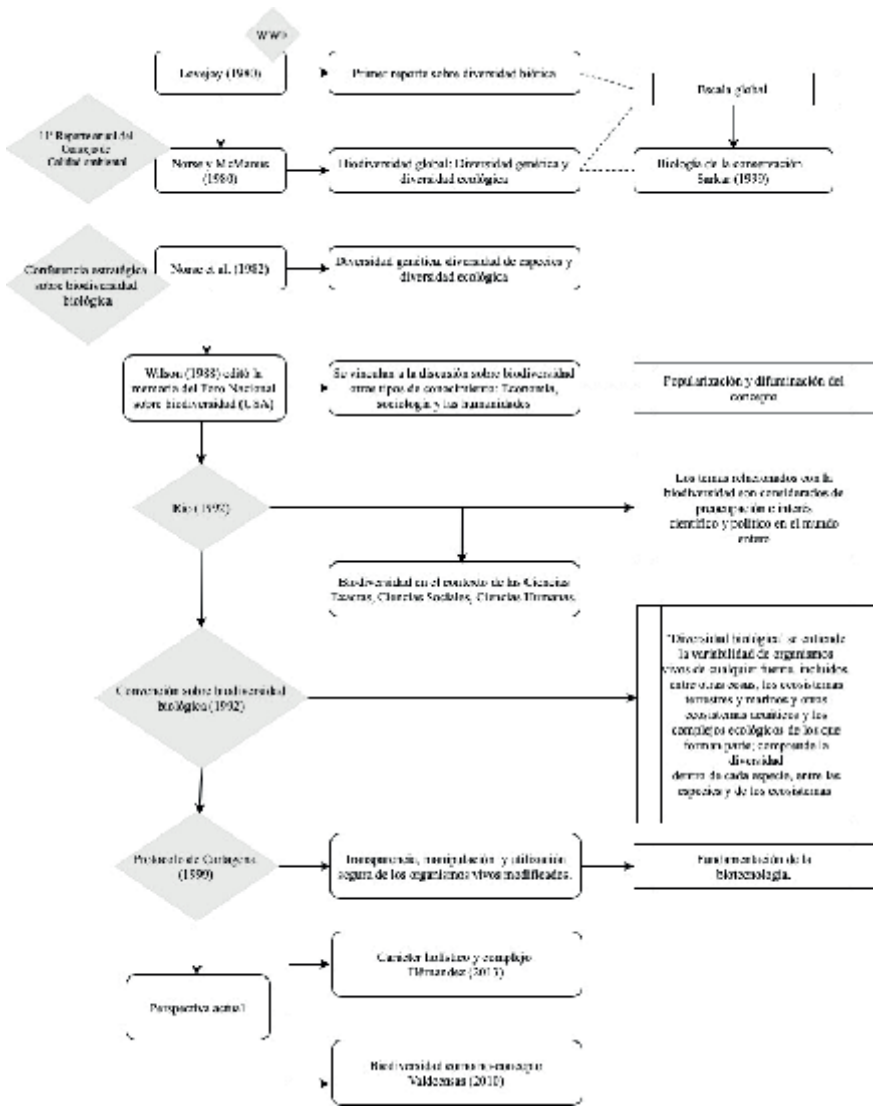


Figura 2. Evolución del concepto de biodiversidad

Fuente: elaboración propia

La figura 2 deja en evidencia la generación de conocimiento a partir de ejercicios de reconstrucción bibliográfica (bibliométrica y cuantitativa) sobre la biodiversidad en el ámbito educativo, donde está presente el conflicto entre *educación para la conservación* y *educación para la biodiversidad*, referenciada profusamente por González-Gaudiano (2002). La primera está enfocada en la biodiversidad biológica como concepto y no como procesos y relaciones ecosistémicas, lo cual obedece a una mirada de lo educativo ambiental instrumentalizada bastante cuestionada en la actualidad. Por su parte, la segunda —educación para la biodiversidad— tiene una serie de cualidades: propicia la comprensión de su naturaleza compleja; contribuye a que se perciba claramente la importancia de esta en las actividades de desarrollo económico, social y cultural; favorece la participación responsable y eficaz de los grupos sociales; difunde contraejemplos de desarrollo que afectan la biodiversidad; fortalece el sentido de responsabilidad y de solidaridad entre los países y las regiones, cualquiera que sea su grado de desarrollo, como fundamento de un orden institucional que garantice la conservación y mejora de la biodiversidad.

En el marco de lo educativo, la lectura de antecedentes permitió reconocer algunos temas recurrentes y de interés para los investigadores. Autores como Isamit (2017) y Fuentealba *et al.* (2017) abordan la cosmovisión indígena sobre la biodiversidad y las identidades territoriales. Por otra parte, Rodríguez-Loinaz *et al.* (2017), Bermúdez *et al.* (2016) se enfocan en el concepto de servicios ecosistémicos, y Banguero y Carabalí (2019) en la biodiversidad vinculada a los estudios en entomología. En lo relativo a fauna nativa y biodiversidad vegetal, se reconoce el trabajo de Salas (2017), y Rosa y Tricarico (2016), al igual que Taborda *et al.* (2019) sobre biodiversidad en ecosistemas acuáticos.

Ahora bien, la reflexión didáctica es profusa y abundante. En la tabla 1, se sintetizan algunos estudios reportados en la literatura, los cuales evidencian múltiples y diversas perspectivas como las metodologías activas, los enfoques inclusivos, la vinculación con las TIC para el estudio de la biodiversidad, el aprendizaje en ambientes no convencionales y, por supuesto, la argumentación como una línea de investigación prolífica en la didáctica de la ciencias y la biología.

Tabla 1. Enfoques didácticos vinculados a temas de biodiversidad

Enfoques	Referencias
La biodiversidad desde los enfoques experienciales y metodologías activas	López (2018); Salas (2017); Dinghi <i>et al.</i> (2020); Santos-Ellakuria (2019)
Inclusión	Rodríguez <i>et al.</i> (2019)
TIC	Pulido y Amórtelui (2019); Torres <i>et al.</i> (2019)
Libros de texto	Bermúdez (2018)
Aprendizaje de la biodiversidad en ambientes no convencionales	Marín y De Carvalho (2017)
Argumentación	Martínez <i>et al.</i> (2017a; 2017b; 2019)

Fuente: elaboración propia

TRANSFORMACIÓN Y AMBIENTALIZACIÓN CURRICULAR

330

En vista de que la reflexión curricular es de interés para este escrito, se identificaron algunas problemáticas relacionadas con las visiones dogmáticas y los discursos hegemónicos dominantes que permean su función social, la posibilidad de inclusión y el alcance en el ámbito escolar. Especialmente desde la educación ambiental, está abierta la discusión sobre la generación de un currículo diferencial para la selección, adaptación y evolución de los aprendizajes, en el cual se hace explícita la comprensión de los docentes sobre las competencias a desarrollar desde la multiperspectiva (global-local).

En este sentido, a partir de Habermas (1972) se considera que es necesario preguntarse: ¿cuáles son los conocimientos que interesan conectar para abordar los temas ambientales? Se tienen en cuenta tres tipologías básicas: *conocimiento del mundo físico*, que está vinculado al paradigma positivista o pospositivista; *conocimiento por las estructuras socioculturales*, que permeará el currículo con un evidente discurso antropocéntrico; y *conocimientos que reglamentan la educación*, desde donde se trazan relaciones de poder, procedimientos para enseñar, creencias o actitudes, en últimas símbolos e imaginarios que podrían obstaculizar la apropiación social de la naturaleza desde la escuela.

Sin embargo, si se entiende el currículo como una construcción social y cultural, se propone trascender a la visión posestructuralista descrita por Kethloilwes (2007) al dinamizar el currículo y permearlo tanto con el contexto y la realidad vivida y cercana al estudiante, como con la construcción del conocimiento científico en el ámbito mundial y la evolución de las políticas. De este modo, la visión de los procesos de desarrollo curricular se convierten en potenciales transformaciones al acoger asuntos relevantes en los procesos de formación, los cuales son claves para que se puedan dar los cambios estructurales. Además, si se sensibiliza el currículo por lo ambiental —desde lo macro, meso y microcurricular—, podrían favorecerse competencias de los estudiantes para responder a situaciones retadoras para la humanidad y la movilización de actitudes —emocionales, cognoscitivas y conductuales— por el medio ambiente, por el otro y lo otro.

Lo anterior se refleja claramente en la definición anglosajona de *greening curriculum*. Según Chakraborty *et al.* (2018), se puede definir como la estructuración del currículo escolar que busca promover un alto nivel de conciencia ambiental, potenciar la participación institucional y comunitaria, y aportar a reducir los impactos ambientales adversos. Además, se apunta a integrar —tanto en la educación básica como media y superior— valores que favorezcan la sustentabilidad y la apropiación del territorio y de la escuela como hábitat local (Tilbury y Mulà, 2009).

Por otra parte, Lotz-Sisitka *et al.* (2013) consideran que la ambientalización curricular debe abordarse desde una perspectiva metodológica y participativa, y que hay que asumir algunos retos como: visibilizar las concepciones de medio ambiente y los posicionamientos frente a la sustentabilidad; definir el nivel de pensamiento que se promueve: local, global, glocal; considerar cuáles son las áreas de conocimiento vinculantes —para no caer en el relativismo absoluto—; promover la coherencia entre las políticas públicas y los objetivos formativos de la educación ambiental; definir las alianzas que promueven y potencian los procesos educativos formales y no formales vinculados a lo ambiental y en los diferentes niveles: educación básica, media o superior.

Gutiérrez y González (2005) reconocen que como mecanismo de ambientalización de la educación superior se han generado redes uni-

versitarias hacia la sostenibilidad, y destacan algunas en Iberoamérica como: ACES, Complexus, OIUDSMA, SUMA 21 y la Red Cubana de Formación Ambiental. Así, la Red ACES (formada por once universidades: cinco europeas y seis latinoamericanas) ha trabajado en el diseño de modelos, criterios e instrumentos de ambientalización de los estudios superiores, además de compartir y contrastar sus proyectos y trabajos de ambientalización (Geli, Junyent y Arbat, 2005), didáctica e investigación en educación ambiental como componente importante de los diferentes programas de formación (Mora, 2012, p. 18).

De esta manera, ambientalizar el currículo posibilitaría la evolución de la educación misma (Calafell y Junyent, 2017; Junyent, Geli y Arbat, 2003) al cuestionar las formas tradicionales en las que se vincula la educación y la sustentabilidad. Sin embargo, no hay solo un camino, cada contexto y realidad escolar determina las formas en las que se diseña un currículo ambientalizado. Para ello, en la literatura se encuentran algunas estrategias como:

- Se incluye la introducción de la educación para la sostenibilidad como una asignatura, generalmente vinculada al área de ciencias naturales, en la que hay una conexión con un tema relevante.
- La realización de actividades en los centros educativos donde de manera inter o transdisciplinar se abordan temas de interés.
- Inclusión de actividades en las áreas de conocimiento de temas ambientales como controversias sociocientíficas sin repercusiones curriculares y evaluativas.
- La ambientalización curricular vinculada a los componentes ontológicos y filosóficos de las instituciones educativas, como es el caso de las *green schools* (<https://www.greenschool.org>), *eco schools* (<https://www.ecoschools.global>), *enviroschools* (<https://enviroschools.org.nz>) en educación básica y media o las universidades sustentables (por ejemplo: Wageninge University and Research —Países Bajos—, University of Nottingham —Reino Unido—, University of California —Estados Unidos—).

Sobre estas vertientes Pubill et al. (2003, p. 21) dejan claro que la ambientalización curricular

Debe ir más allá de cápsulas curriculares, a menudo desconectadas de las secuencias de aprendizaje que se trabajan en el aula y de la gestión ambiental del centro, si se pretende una incorporación profunda y efectiva en relación a la formación de ciudadanos responsables, críticos y comprometidos con la acción para la transformación hacia una sociedad más justa, equitativa y sostenible.

Estos autores plantearon el modelo ACES, en el que a partir de un esquema se valoran los procesos vinculados en la ambientalización curricular, como se presenta en la figura 3. Cabe aclarar que, si bien este esquema está pensado para utilizarse en niveles de educación superior, podría adaptarse a procesos en educación básica y media.

FIGURA 1
MODELO ACES, INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL GRADO DE AMBIENTALIZACIÓN CURRICULAR DE ESTUDIOS SUPERIORES



Figura 3. Esquema con indicadores para valorar los procesos de ambientalización curricular

Fuente: Pubill et al. (2003).

De esta manera, autores como Calafell *et al.* (2015) consideran que la ambientalización curricular trasciende a la organización de contenido unidisciplinar para enfocarse en contenidos transdisci-

plinares vinculados a temáticas prioritarias, relevantes y sentidas en contextos particulares que posibiliten configurar conocimientos/ saberes ambientales desde una perspectiva crítica.

En concordancia con lo anterior, se considera el proceso de ambientalización la oportunidad para repensar algunos aspectos curriculares relevantes (presentados en la tabla 2) como el sentir, el pensar, el hacer y el actuar. Estos elementos son presentados también como retos de la educación científica por Pujol (2003, p. 18), quien menciona que no solo esta sino “todos los campos de conocimiento humanos, tiene ante sí el reto de formar ciudadanos y ciudadanas que construyan nuevas formas de sentir, pensar y actuar en un mundo caracterizado por la injusticia social e insostenible ecológicamente”.

Tabla 2. *Contenidos relevantes para la ambientalización curricular*

Contenidos	Descripción
El sentir	Una educación de este tipo supone desarrollar todas aquellas capacidades que faciliten a los individuos ser autónomos, críticos, con capacidad de análisis de lo que sucede en la sociedad, responsables, creativos y con capacidad de acción para modificar y exigir todo aquello que posibilite una construcción colectiva que dignifique la vida humana de toda la población del planeta y encuentre la armonía en su relación con la naturaleza. La Educación Ambiental busca estos valores, los cuales también pueden considerarse propios de otras disciplinas que, más allá de perseguir un conocimiento específico de sus objetivos, entienden su compromiso social.
El pensar	El desarrollo de la Educación Ambiental encuentra su sitio en una forma de pensar el mundo que contempla la perspectiva sistémica, hologramática y dialógica. Supone una revolución conceptual importante; de hecho, muchas de las ciencias del mundo actual han abandonado las visiones deterministas para abrazar esta perspectiva. Aunque no puede decirse que la visión de un pensamiento complejo es exclusivo de la Educación Ambiental, también es cierto que su incorporación en su desarrollo ejerce como motor de cambio para el desarrollo de otras disciplinas, especialmente en el campo de la educación.
El hacer	Obedece al conjunto de acciones ordenadas y orientadas hacia la consecución de su finalidad; las propias de la Educación Ambiental pueden considerarse comunes a las de otras disciplinas. Ejemplo de esto son los procesos de indagación o investigación en la escuela.

El actuar

La afirmación anterior significa la necesidad de buscar situaciones educativas en las que los individuos puedan actuar y, por lo tanto, realizar acciones concretas en las que deban ponerse en juego los criterios acordados para, luego, volver a ser analizados conjuntamente en el grupo colectivo. Es a través del análisis y la reflexión de las propias acciones individuales y colectivas que se posibilita la configuración de formas de actuar contrapuestas a las establecidas desde el modelo dominante. Ello conlleva plantear la educación ambiental en contextos reales y próximos, por tanto, en la interacción que cada uno realiza con los demás y con el entorno complejo y global en el que se vive.

Fuente: tomados de Calafell *et al.* (2015)

Por otra parte, en los últimos años se han evidenciado procesos de ambientalización curricular vinculados con los objetivos para el desarrollo sustentable (ods) (onu, 2015) (véase figura 4) como es el caso de Dieste *et al.* (2019), Pano (2018), Mochizuki (2019), y Salvia y Brandli (2020). Cabe resaltar que la biodiversidad tiene una estrecha relación con los ods 12, 13, 14 y 15, y los temas relativos a la ambientalización curricular se vinculan con los ods 4, 16 y 17.



Figura 4. Objetivos para el desarrollo sostenible

Fuente: onu (2015)

En este sentido, se han planteado una gama de competencias para la sustentabilidad que se sugiere potenciar en los docentes, las cuales han sido desarrolladas desde el proyecto “A rounder sense of purpose” (www.aroundersenseofpurpose.eu) (tabla 4); se entiende que el educador necesita tener una comprensión crítica de la sustentabilidad.

Tabla 3. Competencias para la sustentabilidad para profesores

	Pensamiento holístico	Visión de cambio	Hacia la transformación
Integración	<p>Sistemas</p> <p>El educador ayuda a los alumnos a desarrollar una comprensión del mundo como un todo interconectado, y a buscar conexiones en nuestro entorno social y natural y considerar las consecuencias de las acciones.</p>	<p>Futuro</p> <p>El educador ayuda a los alumnos a explorar posibilidades alternativas para el futuro y a utilizarlas para considerar cómo podrían cambiar los comportamientos.</p>	<p>Participación</p> <p>El educador ayuda a los alumnos a contribuir a los cambios que apoyarán el desarrollo sostenible.</p>
Compromiso	<p>Atención</p> <p>El educador ayuda a los alumnos a comprender aspectos fundamentalmente insostenibles de nuestra sociedad y la forma en que se está desarrollando, y aumenta su conciencia de la necesidad urgente de cambio.</p>	<p>Empatía</p> <p>El educador ayuda a los alumnos a desarrollar su autoconsciencia y su consciencia de los demás.</p>	<p>Compromiso</p> <p>El educador ayuda a los alumnos a trabajar de manera receptiva e inclusiva con los demás, siendo conscientes de sus creencias y valores personales.</p>
Práctica	<p>Transdisciplinariedad</p> <p>El educador ayuda a los alumnos a actuar en colaboración tanto dentro como fuera de su propia disciplina, función, perspectivas y valores.</p>	<p>Innovación</p> <p>El educador fomenta la creatividad y la flexibilidad dentro de sus alumnos.</p>	<p>Acción</p> <p>El educador ayuda a los alumnos a tomar medidas de manera proactiva y considerada.</p>

Reflexión	Pensamiento crítico	Responsabilidad	Decisión
	El educador ayuda a los alumnos a evaluar críticamente la relevancia y la fiabilidad de las afirmaciones, las fuentes, los modelos y las teorías.	El educador ayuda a los alumnos a actuar de manera transparente y a aceptar la responsabilidad personal de su trabajo.	El educador ayuda a los alumnos a actuar de manera prudente y oportuna incluso en situaciones de incertidumbre.

Fuente: Scherak y Rieckmann (2020)

En el contexto colombiano, la propuesta de ambientalizar el currículo viene desde tiempo atrás, como se sintetiza en el marco educativo del documento de Política Nacional de Educación Ambiental (SINA, 2002). No obstante, se menciona que la inclusión de la educación ambiental en el currículo “no se hace ni a través de una materia más, ni a través de una cátedra, ni a través de una disciplina o de acciones aisladas, no inscritas dentro de un proceso secuencial y permanente de formación” (p. 10), y, por ello, se ha privilegiado el desarrollo de procesos de indagación sobre los problemas del contexto y su posible solución, la investigación pedagógica y didáctica, y la formación de estudiantes, maestros y, en general, dinamizadores ambientales, fundamentado todo esto en una visión sistémica del ambiente.

Aunque esta directriz ha generado un sinnúmero de experiencias pedagógicas, didácticas y proyectos —PRAES y Procedas— de indudable riqueza para los respectivos contextos educativos, de todas maneras a 26 años del Decreto 1743 de 1994 es posible decir que la falta de articulación de lo educativo ambiental en los currículos escolares ha llevado a que en ocasiones los proyectos se paralicen o diluyan en el tiempo. Así mismo, ha generado que se le delegue la responsabilidad de su acción solo a profesores del área de ciencias naturales y, en otros casos, a que siga representada por actividades que tradicionalmente se han asociado a prácticas ambientales: la separación de basuras, la celebración de fechas ambientales, la ornamentación, la siembra de árboles y la limpieza de quebradas, entre otras.

En los documentos normativos del Ministerio de Educación Nacional, especialmente en los DBA¹ para el área de ciencias natura-

1. Véase la página en: <http://aprende.colombiaaprende.edu.co/es/node/89839>

les (2016), se puede decir que se encuentran pistas para articular lo ambiental, y particularmente relaciones con el concepto de biodiversidad, de manera más explícita que en los *Lineamientos curriculares* (1998) y los *Estándares básicos de competencias* (2006). En los DBA se privilegia la selección de conceptos estructurantes, pues se asume que, en la medida que se aprendan, transforman “el sistema cognitivo, permitiendo adquirir nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera, transformar incluso los conocimientos anteriores” (Gagliardi, 1986, p. 31, citado en DBA, 2016, p. 19). En relación con la biodiversidad se identificaron conceptos estructurantes con enlaces explícitos en algunos grados, como se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. *Conceptos estructurantes vinculados con la biodiversidad presentes en los DBA*

Grado educativo	Conceptos estructurantes para el entorno vivo
Primero	Concepto de seres vivos.
Segundo	Relación entre las características físicas y las necesidades básicas en plantas y animales y ciclos de vida.
Tercero	Ecosistemas. Relación entre los organismos de un ecosistema (intra e interespecíficas) y su ambiente.
Cuarto	Redes tróficas y cadenas alimenticias. Tipos de ecosistemas.
Quinto	Niveles de organización celular, nutrición; sistema digestivo, respiratorio y circulatorio.
Sexto	Taxonomía de los seres vivos.
Séptimo	Fotosíntesis en los flujos de materia y energía, ciclos biogeoquímicos.
Octavo	Homeostasis.
Noveno	Leyes de la herencia. Origen y evolución de las especies.
Decimo	Biotecnología.
Once	Biodiversidad.

Se destaca que en lo relativo al entorno biológico se seleccionó el término *ecosistema* —sus elementos, relaciones, tipos— como un

concepto estructurante y que se distribuye a lo largo de los diferentes grados educativos. Esta selección la hizo el equipo² a cargo tomando en cuenta la presencia de este concepto en los documentos antecedentes (*Lineamientos curriculares* y *Estándares básicos de competencias*) y después de revisar diferentes materiales en los cuales coincidía su presencia en las estructuras curriculares de diversos países; además, consideraron que es un concepto que tiene una historia y desarrollo importante en el área de ciencias naturales. Aunque es un modelo teórico complejo, este puede ser representado de manera concreta, y sus componentes y los conceptos que ayudan a definirlo pueden ser más cercanos a la vida cotidiana de los estudiantes de las diferentes edades.

Como puede verse, la alternativa que se sugiere en los DBA puede tomarse como otra ruta posible para que los profesores del país intenten articular contenidos y estrategias pedagógicas y didácticas que sean relevantes para sus contextos sociales y geográficos. Así mismo, se busca que puedan vincular otras áreas de conocimiento, lo cual dependerá de la organización interna de las instituciones educativas y, precisamente, de su concepción de currículo.

339

PASOS HACIA LA AMBIENTALIZACIÓN CURRICULAR: EXPERIENCIAS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN PIENCIAS

Desde el grupo de investigación PiEnCias de la Universidad de Antioquia se han venido desarrollando investigaciones que sin duda aportan al desarrollo, la transformación y la ambientalización curricular. Así, a continuación se describen dos de estas experiencias.

Ambientalización curricular en un programa de formación del profesorado (Universidad de Valladolid, España)

Lopera-Pérez (2019) planteó una investigación doctoral que explora una las vías para dinamizar los procesos de ambientalización curricular en la formación de docentes a través de la transformación de los

2. La construcción de los DBA para el área de ciencias naturales fue realizada a través de un convenio interinstitucional entre el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia. Para ello se integró un equipo conformado por profesores en su mayoría con experiencia docente en primaria, secundaria y media y vinculados con las Secretarías de Educación de Medellín y Envigado, y por una de las profesoras de este artículo.

microcurrículos, es decir, de las estructuras que describen el desarrollo de los cursos. En particular, se describe el diseño de un modelo de formación que posibilitó la ambientalización de diversos cursos en el programa de Máster en Profesores de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (modalidad física/química, biología/geología) de la Universidad de Valladolid. Dicho modelo se organizó en tres fases: dirigida, mediadora y semidirigida colaborativa, como se presenta en la figura 5.

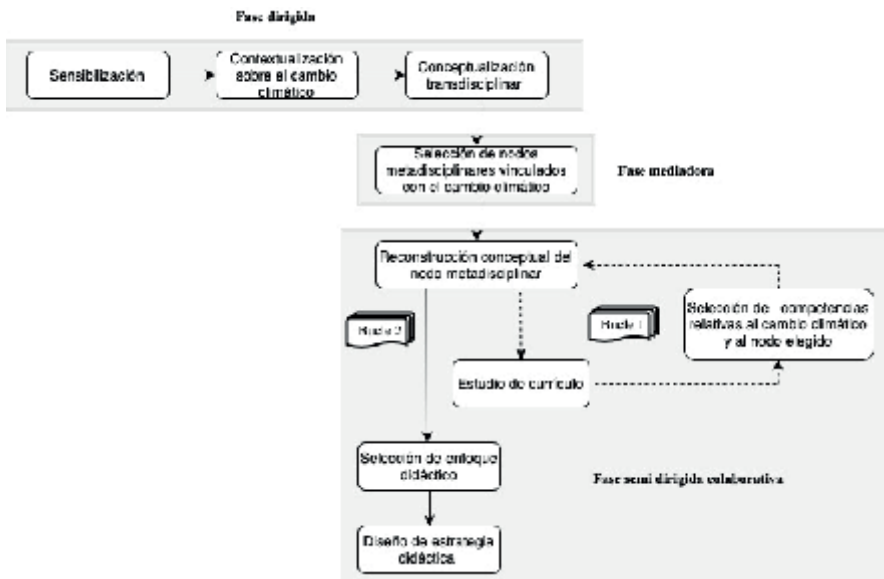


Figura 5. Estructura del modelo de formación docente para la ambientalización curricular

Fuente: elaboración propia

En el esquema anterior, la fase dirigida buscaba que los docentes en formación valoraran e identificaran aspectos relevantes relacionados con el medio ambiente y la EA. Así mismo, se pretendía que logran contextualizar geográfica y políticamente la reflexión sobre una situación ambiental particular. En la fase dirigida también se lleva a cabo una conceptualización genérica —puede ser el caso de temas relacionados con la biodiversidad—, y se plantea una conceptualización que implica la integración de diferentes áreas de conocimiento (ciencias experimentales, ciencias sociales, ética, ciencias políticas, entre otras).

Por otra parte, la fase mediadora se caracterizó por un estrecho diálogo entre los agentes implicados (formadora y docentes en formación) para la elaboración de una reconstrucción conceptual más profunda a través de la selección de un concepto/nodo metadisciplinar significativo. En este punto se inicia el trabajo colaborativo entre los docentes en formación.

En último lugar, en la fase semidirigida colaborativa, los docentes en formación en equipos leyeron y estudiaron el currículo (primaria, secundaria o bachillerato) para ubicar el nodo metadisciplinar elegido, identificaron las competencias relativas a este nodo, y reorganizaron su estructura conceptual (bucle reflexivo 1: disciplinar-curricular). Además, dicha reestructuración la encaminaron hacia el diseño de una estrategia didáctica que se puede aplicar en los centros educativos —proyección de la práctica docente— (bucle reflexivo 2: curricular-didáctico).

A modo de síntesis, se destaca que a través de la aplicación de este modelo se llevó a cabo un proceso de ambientalización en el currículo del programa del máster en cuestión. Los docentes de ciencias en formación inicial tuvieron la oportunidad de abordar lo ambiental de manera transdisciplinar a través de la reflexión y el uso de herramientas metacognitivas que les permitieron potenciar el pensamiento sistémico. Así mismo, analizaron el currículo español y de la Comunidad Autónoma de Castilla y León para transformarlo a la luz de cuestiones ambientales particulares y generaron estrategias didácticas susceptibles de aplicarse en diferentes contextos y niveles educativos.

Integración curricular para abordar temas ambientales relevantes: propuesta metodológica

Ramírez (2020) planteó una investigación de maestría identificada con el paradigma constructivista (Creswell, 2013) y el enfoque cualitativo, teniendo como marco general la metodología de investigación-acción educativa, con el objetivo de analizar las características de un currículo integrado desde el enfoque transdisciplinar para abordar situaciones ambientales relevantes en Colombia. La metodología de este estudio retoma el modelo propuesto por Kemmis y McTaggart (1992) a partir de cuatro fases, las cuales se describen en la figura 6.

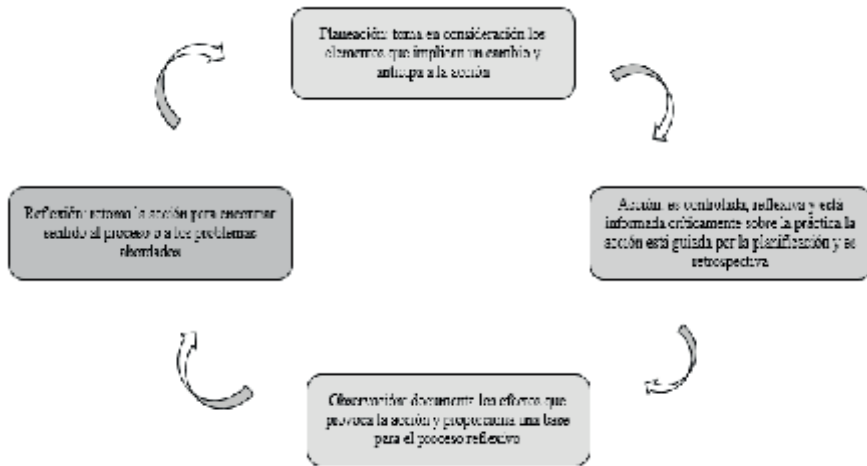


Figura 6. Fases de la investigación-acción Kemmis y McTaggart (1992): planeación, acción, observación y reflexión

Fuente: Ramírez (2020)

Algunos de los hallazgos de la investigación indican que el currículo integrado es una vía que permite modificar, de manera sustancial, la forma como se lleva el conocimiento al aula. Además, el trabajo en equipo, la participación de la comunidad educativa y la planeación colaborativa son esenciales para que los procesos transdisciplinarios puedan permear los currículos escolares. Así mismo, para que propuestas de un currículo integrado puedan ser viables en la educación básica secundaria, una característica relevante es la flexibilización curricular, la cual se logra a través de recuperar en las instituciones educativas espacios reflexivos como las reuniones entre pares, las jornadas pedagógicas, la conformación de equipos de trabajo, el diálogo y la participación informada por parte de los docentes. Sin embargo, no se desconoce que para lograr lo anterior se requiere de la voluntad de los directivos docentes —coordinadores y rectores—, de la disposición del equipo docente, del deseo de pasar de ser un docente transmisor de conocimiento a un docente investigador y de la capacidad de poner a conversar diferentes saberes disciplinares que enriquezcan la práctica pedagógica.

A MANERA DE CONCLUSIONES

La ambientalización curricular es posible en el ámbito escolar y universitario en tanto se planteen estrategias participativas que impliquen procesos progresivos con mecanismos de evaluación y regulación permanente. Es decir, es necesario trazar caminos endógenos, concertados y dialógicos que permitan repensar la incorporación de lo ambiental tanto desde los discursos tradicionales, como desde la necesidad de redireccionamiento y resignificación de la biodiversidad.

La incorporación de la biodiversidad en las dinámicas educativas implica apertura conceptual y lectura de contexto que deleve la pertinencia del enfoque. Así mismo, necesita propuestas curriculares y didácticas transdisciplinares que incorporen el principio de otredad y los múltiples lenguajes y saberes de los territorios.

Es importante estimular la generación de investigaciones en currículo desde las cuales se estudien las dinámicas de desarrollo y ambientalización, teniendo la biodiversidad como eje de transformación.

La formación docente es uno de los factores clave para que las propuestas y los proyectos de este corte se realicen en las instituciones y comunidades; se trata de repensar los planes de formación inicial de maestros y también las oportunidades que se les brindan en su práctica docente. Esto les permite reflexionar sobre las estrategias que pueden realmente aportar a ese cambio en el pensamiento, en el sentir y en el actuar para lograr unas relaciones más amigables y conscientes con lo que nos rodea.

REFERENCIAS

- Banguero, D. J. C. y Carabalí, M. C. (2019). Las mariposas como estrategia didáctica en el aprendizaje de la taxonomía básica y reconocimiento de la biodiversidad. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIEP*, 12(1), 285-293.
- Bermúdez, G. M. A. (2018). ¿Cómo tratan los libros de texto españoles la pérdida de la biodiversidad? Un estudio cuali-cuantitativo sobre el nivel de complejidad y el efecto de la editorial y año de publicación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 110201-110219.
- Bermúdez, G. M. A., De Longhi, A. L. y Gavidia, V. (2016). El tratamiento de los bienes y servicios que aporta la biodiversidad

en manuales de la educación secundaria española: un estudio epistemológico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 527-543. Bonil, J., Calafell, G., Granados, J., Junyent, M., & Tarín, R. M. (2012). Un modelo formativo para avanzar en la ambientalización curricular. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(2), 145-163.

Calafell, G. y Junyent, M. (2017). La idea vector y sus esferas: una propuesta formativa para la ambientalización curricular desde la complejidad. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 29(1), 189-216.

Calafell, G., Bonil, J. y Pubill, M. J. (2015). ¿Es posible una didáctica de la educación ambiental? ¿Existen contenidos específicos para ello? *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, (1), 31-53.

Chakraborty, A., Singh, M. P. y Roy, M. (2018). Green curriculum analysis in technological education. *International Journal of Progressive Education*, 14(1), 122-129.

Colwell, R. K. (2009). Biodiversity: Concepts, patterns, and measurement. *The Princeton guide to ecology* (pp. 257-263). Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400833023.257>

Creswell, J. W. (2013). Steps in conducting a scholarly mixed methods study. University of Nebraska Discipline-Based Education Research Group (Online).

Decreto 1743 de 1994 (3 de agosto), por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, y se fijan criterios para promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente. *Diario Oficial* 41.476.

Dieste, B., Coma, T. y Blasco-Serrano, A. C. (2019). Inclusión de los objetivos de desarrollo sostenible en el currículum de educación primaria y secundaria en escuelas rurales de Zaragoza. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*, 8(1), <https://doi.org/10.15366/riejs2019.8.1.006>

Dinghi, P. A., Guzmán, N. V. y Monti, D. S. (2020). Jugando con dragones: una experiencia lúdica como introducción a los conceptos filogenéticos en la enseñanza de la biodiversidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.

- ii.1201Fuentealba Cruz, M., Marín Isamit, F., Castillo Retamal, F. y Roco Fuentes, L. (2017). Análisis de la experiencia pedagógica: campamento EXPLORA Chile VA! Valorando la biodiversidad maulina. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(1), 229-254.
- García-González, E., Jiménez-Fontana, R. y Navarrete, A. (2017). Educar para la sostenibilidad desde las Ciencias Económicas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 73, 155-178
- Geli, A. M., Junyent i Pubill, M., & Arbat Bau, E. (2005). La sostenibilidad en la formación inicial del profesorado: Aplicación del modelo ACES. *Enseñanza de las Ciencias*, 2005, (Extra), 1-6.
- González-Gaudio, É. (2002). Educación ambiental para la biodiversidad: reflexiones sobre conceptos y prácticas. *Tópicos en Educación Ambiental*, 4(11), 76-85.
- Gutiérrez, G. (2013). Aspectos históricos y epistemológicos del concepto biodiversidad. *Bio-grafía*, 6(10), 84-93.
- Gutiérrez, J., y González A. (2005): Ambientalizar la universidad: un reto institucional Para el aseguramiento de la calidad en los ámbitos curriculares y de la gestión. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35, 25-69.
- Habermas, J. (1972). *Knowledge and human interests*, trad. J. J. Shapiro, Heinemann, Londres. Trad. esp.: *Conocimiento e interés*. Madrid. Taurus, 1982.
- Hernández, S. G. G. (2013). Aspectos históricos y epistemológicos del concepto biodiversidad. *Bio-grafía*, 6(10), 84-93.
- Isamit, F. J. M. (2017). Desarrollo de la interculturalidad y puesta en valor de la biodiversidad en la formación inicial docente en diálogo con la cosmovisión mapuche. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, (Extra), 3313-3318.
- Kemmis, S. y McTaggart, R. (1992). *Cómo planificar la investigación-acción*. Editorial Laertes.
- Kethloilwe, M. J. (2007). Environmental Education Policy implementation challenges in Botswana Schools. *Southern African Journal of Environmental Education*, 24, 171- 184.
- Klier, G. (2016). La naturaleza que se conserva: una aproximación al concepto de biodiversidad. *Apuntes de Investigación del CECYP*, (27), 207-217.

- Lopera Pérez, M. (2019). *Alfabetización ambiental y profesionalización docente: diseño e iteración de un modelo de formación* [tesis de doctorado inédita]. Universidad de Valladolid.
- López, G. S. (2018). Un juego como estrategia de educación ambiental sobre la biodiversidad de Colombia. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (44), 167-184.
- Lotz-Sisitka, H., Fien, J. y Kettlehoilwe, M. (2013). Traditions and new niches. *International handbook of research in environmental education* (pp. 194-205). Routledge.
- Lovejoy, T. E. (1980). Discontinuous wilderness: minimum areas for conservation. *Parks*, 5(2), 13-15.
- Marín, Y. A. O. y De Carvalho, Y. K. (2017). Caracterización del perfil educativo y el abordaje dado al concepto biodiversidad en algunos zoológicos de Brasil y Colombia. *Revista de Educación en Biología*, 20(1), 16-39.
- Martínez Bernat, F. X., García Ferrandis, I. y García Gómez, J. (2017a). Intervención para la mejora de la complejidad de la argumentación sobre la biodiversidad. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 3331-3336.
- 346 Martínez Bernat, F. X., García Ferrandis, I. y García Gómez, J. (2017b). Análisis exploratorio sobre la argumentación en biodiversidad en alumnos de un Centro de secundaria de la Comunidad Valenciana. *Campo Abierto. Revista de Educación*, 36(2), 195-210.
- Martínez Bernat, F. X., García Ferrandis, I. y García Gómez, J. (2019). Competencias para mejorar la argumentación y la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 37(1), 55-70.
- Ministerio de Educación Nacional (1998). Lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá: MinEducación.
- Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Educación Nacional (2002). Política nacional de educación ambiental. Sistema Nacional Ambiental-SINA. Bogotá D.C.
- Ministerio de Educación Nacional (2006). Estándares Básicos de Competencias en Leguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales. Bogotá: MinEducación.

- Mochizuki, Y. (2019). Rethinking schooling for the 21st century: UNESCO-MGIEP's Contribution to SDG 4.7. *Sustainability: The Journal of Record*, 12(2), 88-92.
- Mora, P. W. (2012). Ambientalización curricular en la educación superior: un estudio cualitativo de las ideas del profesorado. *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, 16(2), 77-103.
- Norse, E. A., & McManus, R. E. (1980). Ecology and living resources: biological diversity. *Environmental quality 1980: the eleventh annual report of the Council on Environmental Quality*, 31-80.
- Norse, E. A., Rosenbaum, K. L., Wiloove, D. S., Wilcox, B. A., Romme, W. H., Johnson, D. W., and Stout, M. L. (1982). Conserving biological diversity in our national forests. The Wilderness Society, Washington, D.C.
- Núñez, I., Gaudiano, E. G. y Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387-393.
- ONU. (2015). Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015. ONU: Nueva York, 2015
- Pano, J. D. P. (2018, marzo). *Sustainable development goals (SDG) integration in lesson planning among BEED degree programs* [ponencia]. 53rd BIOTA Annual National Convention and Scientific Sessions.
- Pubill, M. J., de Ciurana, A. M. G., & Bau, E. A. (2003). Características de la ambientalización curricular: Modelo ACES. In *Ambientalización curricular de los estudios superiores: 2. Proceso de caracterización de la ambientalización Curricular de los Estudios Universitarios* (p. 3). Servei de Publicacions.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Editorial Síntesis.
- Pulido Osorio, M. D. y Amórtégui Cedeño, E. F. (2019). Taller básico de fotografía digital enfocado a biodiversidad y enseñanza para la conservación ambiental. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, (Extra 1), 2052-2060.
- Ramírez Carvajal, D. M. (2020). *El currículo integrado desde la transdisciplinariedad como alternativa para abordar la situación ambiental de la minería en Colombia* [tesis de maestría inédita]. Universidad de Antioquia.

- Rodríguez, N. R., Martínez, L. H. R. y Ussa, E. O. V. (2019). Enseñanza de la biodiversidad colombiana en el contexto de la educación inclusiva. Revisión de antecedentes. *Bio-grafta: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, (Extra), 1954-1966.
- Rodríguez-Loinaz, G., Palacios-Agundez, I. y Onaindia, M. (2017). Potencial didáctico del concepto “servicios de los ecosistemas”. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, (Extra), 861-868.
- Rosa, S. M. y Tricarico, H. (2016). Árboles evolutivos para contextualizar científicamente la biodiversidad vegetal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 384-394.
- Salas, G. (2017). Aprendizaje basado en juegos como herramienta de educación ambiental sobre la fauna nativa de Colombia. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, (Extra), 3417-3424.
- Salvia, A. L. y Brandli, L. L. (2020). Energy sustainability at universities and its contribution to sdg 7: A systematic literature review. En *Universities as living labs for sustainable development* (pp. 29-45). Springer.
- Sarkar, Sahotra. 1999. “Wilderness preservation and biodiversity conservation- keeping divergent goals distinct”. *Bioscience* 49(5):405-412
- 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.
- Scherak, L., & Rieckmann, M. (2020). Developing ESD competences in higher education institutions—Staff training at the university of vechna. *Sustainability*, 12(24), 10336.
- Taborda Agudelo, O. L., Vizcaíno Herrera, L. y Walteros, J. (2019). Estrategia didáctica de educación ambiental en la microcuenca de la quebrada Dalí, cuenca alta del río Otún. *Bio-grafta: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, (Extra 1), 1214-1223.
- Tilbury, D. y Mulà, I. (2009). *Review of education for sustainable development policies from a cultural diversity and intercultural dialogue: Gaps and opportunities for future action*. Unesco.
- Torres Parra, E. A., Linares Gómez, I. L. y Martínez Bejarano, F. V. (2019). *Lagoon hero: gamificación y realidad aumentada como recurso didáctico para promover actitudes de cuidado y preservación de la biodiversidad en humedales cundiboyacenses* [tesis de maes-

- tría inédita]. Universidad Cooperativa de Colombia. <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/12544>Van Dyke, F. (2008). Biodiversity: Concept, measurement, and challenge. *Conservation biology: Foundations, concepts, applications* (pp. 83-119). McGraw-Hill.
- Wilson, E. O. (1988). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Wilson, E. (1997). Introduction. En E. O. Wilson, D. E. Wilson y M. L. Reaka-Kudla (Eds.), *Biodiversity II* (pp. 1-3). Joseph Henry Press.

El conocimiento profesional del profesor de biología en relación con la enseñanza de la biodiversidad

Guillermo Fonseca Amaya

INTRODUCCIÓN

El capítulo reporta los hallazgos de un proceso de investigación en el campo de formación docente del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en el cual se problematiza la construcción del conocimiento profesional del profesor en relación con la enseñanza de la biodiversidad. Así, se desarrollarán sucintamente dos apartados conceptuales: el primero corresponde al campo del conocimiento profesional del profesor de ciencias (biología); el segundo es acerca de la biodiversidad en su dimensión biológica y en los desarrollos en el campo de la formación docente. Se culmina con los resultados y las conclusiones, que plantean que el profesor de biología construye un conocimiento profesional diferenciado acerca de la enseñanza

de la biodiversidad como producto de la integración/transformación entre el conocimiento experiencial (derivado de la historia de vida, la reflexión sobre la experiencia y el contexto) y el conocimiento académico (didáctico y biológico). Derivado de dicha integración es posible describir cuatro conocimientos profesionales en relación con este concepto estructurante de la biología: la enseñanza de la biodiversidad y el mantenimiento de la vida desde una perspectiva crítica; la enseñanza de la biodiversidad y el cuidado tanto de sí como del otro y la posibilidad de salir adelante; la enseñanza de la biodiversidad y el mantenimiento de la vida desde la comprensión de las interacciones ecosistémicas; y la enseñanza de la biodiversidad y la estructuración de una forma de conocer. Comprender la construcción y producción de estos conocimientos ubica al maestro como un sujeto de saber que aporta al campo de la didáctica de las ciencias en la línea de investigación Conocimiento Profesional del Profesor.

ACERCA DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR

352

TRAYECTORIAS Y APORTES PEDAGÓGICOS PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Respecto al conocimiento profesional del profesor, se acude a los planteamientos de Porlán (2018), Porlán y Rivero, (1998), Ballenilla (2003), Tardif (2004), Bonilla (2014), Valbuena (2007), Parga y Mora (2014), Martínez (2000; 2005; 2016), Martínez y Valbuena (2013), Perafán (2015), Fonseca-Amaya (2018), y Fonseca y Martínez (2020), quienes han aportado a la comprensión del conocimiento profesional del profesor y, en consecuencia, al campo de la formación de los profesores. En el área del conocimiento profesional son relevantes los aportes del grupo de investigación español IRES, el cual plantea tres niveles en su comprensión: el primero guarda relación con la demarcación de las fuentes del conocimiento; el segundo, con los tipos de saberes que integran el conocimiento profesional deseable; y el tercero, con los procesos de su construcción. En relación con las fuentes del conocimiento profesional del profesor, Porlán y Rivero (1998), Ballenilla (2003) y Rivero (2003) señalan que el conocimiento profesional deseable presenta como fuentes los saberes metadisciplinarios, los saberes disciplinares básicos y los saberes experienciales. Situar dicho programa en estas fuentes supera, entre otros asuntos, la perspectiva del énfasis en los contenidos como fin último de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la escuela, y, en consecuencia, reconoce en la educación y en el propio maestro la oportunidad de aportar en

los procesos de transformación social que permitan consolidar una sociedad más justa y equitativa (Porlán y Rivero, 1998; Ballenilla, 2003). Porlán y Rivero (1998) argumentan que el conocimiento práctico profesional que consideran deseable es, por tanto, la resultante de un complejo proceso de interacciones e integraciones de diferente nivel y naturaleza organizado en torno a los problemas de la práctica profesional. Los saberes metadisciplinarios, los saberes procedentes de las didácticas específicas y los saberes curriculares constituyen ya, por sí mismos, integraciones parciales.

Porlán y Rivero (1998) consideraran que las ideologías son una fuente esencial del conocimiento profesional en tanto que “La educación no es una actividad neutra y aséptica. [...] El profesor no puede eludir, por tanto, el debate ideológico escudándose en que solo se ocupa del “saber”, porque ningún saber es independiente de unas determinadas relaciones de poder” (p. 71).

Por consiguiente, el profesor no puede construir sus conocimientos basándose únicamente en los saberes académicos tradicionales o en los saberes que aporta la experiencia, sino que necesita realizar también una reflexión sobre los aspectos ideológicos implicados para, en interacción con estos, generar un conocimiento no solo informado, sino también crítico y ético.

Por otra parte, Maurice Tardif (2004) plantea que el saber docente es plural, compuesto y heterogéneo porque envuelve, en el propio ejercicio del trabajo, conocimientos y un saber hacer bastante diversos, provenientes de fuentes variadas y, probablemente, de naturaleza diferentes. Estos saberes son los disciplinarios, curriculares, profesionales (incluyendo los de las ciencias de la educación y de la pedagogía) y experienciales.

Los saberes experienciales se corresponden al saber del propio maestro, quien, en el ejercicio de sus funciones y en la práctica de su profesión, desarrolla saberes específicos basados en su trabajo cotidiano y en el conocimiento de su medio.

En este sentido, Tardif (2004) plantea que si los saberes de los docentes poseen una cierta coherencia, no se trata de una teórica, ni conceptual, sino pragmática y biográfica. Los saberes docentes obedecen, por tanto, a una jerarquía: su valor depende de las dificultades que se presentan en relación con la práctica. En el discurso docente,

las relaciones con los alumnos componen el espacio en el que se validan, en última instancia, su competencia y sus saberes. El aula y la interacción cotidiana con los grupos constituyen, en cierto modo, una prueba tanto al “yo profesional” como a los saberes mediados y transmitidos por el docente.

Tardif (2004) señala que en realidad los fundamentos de la enseñanza son, al mismo tiempo, existenciales, sociales y pragmáticos. Son *existenciales* en el sentido de que “un maestro, no piensa solo con la cabeza, sino con la vida, con lo que ha sido, con lo que ha vivido, con lo que ha acumulado en términos de experiencia vital, en términos de bagaje de certezas” (p. 75). Así, labora no solo desde su intelectualidad, sino también desde lo que el autor denomina su “historia vital”. Son *sociales* porque los saberes profesionales son plurales, provienen de fuentes sociales diversas (familia, escuela, universidad). Finalmente, son *pragmáticos*, pues los saberes que sirven de base a la enseñanza están al servicio de la acción.

En Colombia, los trabajos de Parga y Mora (2014), Perafán (2015), Valbuena (2007), Martínez (2000; 2016), y Martínez y Valbuena (2013), aunque desde lugares distintos, aportan en la construcción del conocimiento profesional del profesor. Así, Perafán (2004, citado en Perafán, 2013), partiendo de la síntesis propuesta por Porlán y Rivero, ha planteado la necesidad de comprender la categoría conocimiento profesional docente como un sistema de ideas integradas que asocia a cada uno de los saberes (X, Y, Z) un estatuto epistemológico fundante particular. Con ello, junto con los cuatro saberes mencionados y reconocidos como constituyentes del conocimiento profesional docente, se integran cuatro estatutos epistemológicos fundantes de esos saberes: la transposición didáctica, la práctica profesional, la historia de vida y la cultura institucional escolar.

A su vez, Parga y Mora (2014) aportan a la configuración epistémica del conocimiento didáctico del contenido (CDC) en clave de la perspectiva de complejidad: “La perspectiva de la complejidad [...] tiene un gran potencial que podría contribuir a entender la relación sistémica que presentan las categorías de conocimientos que constituyen un CDC, en una situación determinada de enseñanza de los contenidos” (p. 113). Amplían los investigadores que, aplicados a la construcción del CDC como sistema complejo, criterios como la no

linealidad, la autoorganización, la emergencia, la inestabilidad, las fluctuaciones, la evolución y, en general, los cambios súbitos irreversibles y sorprendidos son una buena base para su interpretación.

Martínez (2000, 2013, 2016) aporta en esta construcción epistémica del conocimiento profesional del profesor al problematizar el propio conocimiento que circula o se produce en la escuela, planteando que el conocimiento profesional del profesor, en relación con el conocimiento escolar, se construye a través de la integración/transformación de diversos conocimientos, asunto que deriva en la constitución de nuevas formas de validación, referentes y fuentes, y, por ende, del conocimiento profesional del profesor (CPP). En este mismo sentido, Valbuena (2007), al referir la idea de biología escolar, señala la diferenciación entre la biología de la comunidad de biólogos y la biología escolar que correspondería a los profesores de biología, en razón de su propia naturaleza en su construcción y finalidades para la escuela y la sociedad.

Respecto a las fuentes y referentes del conocimiento profesional y del conocimiento didáctico del contenido, existen acuerdos en reconocer las de orden académico, de la experiencia y contextuales.

355

RESPECTO A LA BIODIVERSIDAD

Respecto a la biodiversidad y su enseñanza, es importante situar por lo menos dos escenarios: el primero acerca de la propia construcción de este concepto, y el segundo en relación con la formación de profesores y los procesos de la enseñanza y el aprendizaje en la escuela.

En cuanto al primer escenario, el concepto de biodiversidad se vincula al nombre de Edward Wilson, quien relaciona esta categoría con la teoría de la evolución de Darwin y la actualización de esta en la teoría sintética de la evolución. Hablando de la diversidad de la vida, Wilson (1992, p. 162) señala que

[...] describir la diversidad mediante la organización de especies en grupos según el grado en que se parecen entre sí fue un avance fundamental de la biología en el siglo XVIII. Los niveles de organización de importancia para la diversidad biológica se distribuyen según la siguiente jerarquía: Ecosistema, comunidad, género, especie, organismo, gen.

En la actualidad se define la biodiversidad como toda variación de la base hereditaria en todos los niveles de organización, desde los genes en una población local o especie, pasando por las especies que componen toda o una parte de una comunidad local, hasta las mismas comunidades que componen la parte viviente de los múltiples ecosistemas del mundo.

Martínez (2002) y Rozzi *et al.* (2001) plantean que la biodiversidad es el resultado de la acción conjunta de procesos ecológicos como la selección natural, la competencia, el flujo génico o la especiación. Además, señala que la biodiversidad se ordena en diferentes niveles en razón a que los seres vivos están organizados jerárquicamente (individuos, poblaciones, especies, etc.) y la diversidad de formas se refleja igualmente en estas distintas escalas y se distinguen tres atributos: composición, estructura y función.

Por otra parte, el concepto de biodiversidad es considerado por algunos investigadores un recurso o una construcción adscrita al proceso de conservación de la naturaleza. Pombo (1998) advierte que

[...] fue a partir de los años noventa que surgió el término biodiversidad, como una nueva dimensión del medio natural, los recursos naturales, las especies y los ecosistemas; la palabra biodiversidad responde al nuevo contexto económico en que se inserta, en dicho contexto se entiende como insumo para la biotecnología, especialmente para la ingeniería genética, la cual se perfila como uno de los más importantes sectores tecnológicos y económicos del siglo XXI. (p. 62)

En esta misma dirección, es posible rastrear en el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) el concepto de biodiversidad como una materia prima de intereses industriales y económicos, objeto de privatización. Valga recordar que el CDB emerge en la Conferencia sobre el Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992 (la llamada Cumbre de la Tierra o Cumbre de Río) del discurso de las Naciones Unidas. Se señala en el convenio:

Las partes contratantes, conscientes del valor intrínseco de la diversidad biológica y de los valores ecológicos, genéticos, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos de la biodiversidad y sus componentes y conscientes asimismo de la importancia de la diversidad biológica para la evolución y para el

mantenimiento de los sistemas necesarios para la vida de la biosfera.
(Naciones Unidas, 1992, p. 4)

En su artículo “La naturaleza histórica de la biodiversidad: elementos conceptuales de una crisis”, Pinillos (2005) plantea que la biodiversidad es un concepto que refleja una forma novedosa de ver el mundo. La ontología de la biodiversidad responde al nuevo paradigma sistémico que ve la realidad como el producto complejo y en constante mutación de la interacción reticular entre entidades de naturaleza diversa. La autora concluye que la palabra biodiversidad es casi un eufemismo científico para tratar un evento fundamental por excelencia: la vida. La crisis de la biodiversidad no es otra que la crisis de la vida; esa comprensión nos envuelve a todos como miembros de un sistema sociocultural, como individuos y como organismos. Así, se diluye la falta la presunción de que esta es una crisis del mundo natural, en oposición al mundo construido de los humanos, y además amplía la percepción de ella más allá del valor de uso, actual o potencial, de los sistemas vivos para construir los fundamentos de una verdadera crisis existencial de la humanidad.

Arturo Escobar (1999a) reconstruye los debates recientes sobre biodiversidad, en los que se destaca la importancia del saber local, la diversidad cultural y los métodos de producción tradicionales para el manejo de los recursos genéticos del planeta. Advierte que es menos conocido y discutido el hecho de que en algunas partes del mundo hay movimientos sociales, como el de las comunidades negras en el Pacífico colombiano, que están elaborando su propia concepción de la biodiversidad y de su apropiación y conservación. Este “marco conceptual de ecología política” es distinto de los desarrollados por otros actores como los intelectuales progresistas y las ONG. Los discursos de los activistas de los movimientos sociales se han desarrollado en dos escenarios: el dominante de la conservación de la biodiversidad, por un lado, y la defensa de la cultura, la ecología y los territorios locales, por el otro.

Argumenta Escobar (1999b) que el movimiento social de las comunidades negras de la selva húmeda del Pacífico colombiano ilustra esta visión de la biodiversidad pues han introducido una serie de innovaciones conceptuales importantes como la definición de la biodiversidad —territorio más cultura—. En este sentido, Escobar declara que el surgimiento de los movimientos sociales para la

defensa de los recursos naturales es anterior al discurso de la biodiversidad. Luego de un análisis discursivo, Escobar (1999b) propone que la biodiversidad es

[...] una construcción que constituye una poderosa interfase entre la naturaleza y la cultura, y que origina una vasta red de localidades y actores a través de los cuales los conceptos, las políticas, y últimamente las culturas y las ecologías son debatidos y negociados. Así en el marco de la ecología política, que convoca a la conservación de la biodiversidad desde la perspectiva de la construcción eco-cultural del territorio-región puede ser visto en términos de la defensa de modelos locales de la naturaleza. (P. 270)

Escobar ofrece una ruta atractiva en la búsqueda de comprender la enseñanza de la biología y del conocimiento profesional del profesor de biología, ruta coherente con la perspectiva crítica y compleja en la constitución del conocimiento profesional. Además, se acentúa que esta manera de pensar el conocimiento biológico se relaciona con los planteamientos de la biodiversidad como concepto estructurante y metadisciplinar.

358

ACERCA DE LA BIODIVERSIDAD COMO UN CONCEPTO ESTRUCTURANTE EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

En relación con la biodiversidad y su tránsito en la formación de profesores y en los procesos de la enseñanza y el aprendizaje en la escuela, diversos investigadores han planteado la importancia de articular este concepto en los procesos de formación en los niveles de educación básica, secundaria y superior. Así, en relación con el qué se debe enseñar, Jiménez (2003) promueve las siguientes preguntas: ¿cuál es el origen de las especies?, ¿cómo se ha originado la diversidad biológica? o ¿qué confiere a cada organismo su identidad específica y su identidad individual? Desde el punto de vista conceptual, Banet (2000, citado en Perales y Cañal, 2000) afirma que la biología debe proporcionar a los estudiantes unos conocimientos elementales, pero a la vez suficientes, para reconocer la unidad y diversidad de los seres vivos, entre otros conceptos. Castro y Valbuena (2007, p. 132), en el marco de la biología escolar, observan la urgencia de indagar conceptos estructurantes como organización, sistema, diver-

sidad, autopoiesis y reproducción; el concepto de diversidad implica el de clasificación o sistematización, el cual es muy útil para ordenar nuestro saber en medio de tanta variedad.

Por otra parte, García (1998, p. 98) puntualiza que la diversidad

Se constituye en un concepto metadisciplinar, que se caracteriza, por constituirse en un concepto integrador. Los conceptos metadisciplinarios, se originan en la búsqueda de lo que hay de común en las propiedades de los sistemas físicos, biológicos, y sociales, en las transferencias de conocimientos de unas disciplinas a otras, así, como en la reflexión metadisciplinar sobre esos aspectos. No se corresponden con categorías lógicas generales que se adquieren en el propio proceso madurativo biológico, sino que son productos culturales que pueden orientar el proceso de instrucción. Es un conocimiento que constituye un marco de referencia para la formulación del conocimiento escolar, y no el contenido que deba aprender el alumno. Es un enfoque, una guía, más que una colección de respuestas.

La revisión anterior devela que, en la comprensión del mundo biológico, el concepto de biodiversidad es estructurante dado que permite caracterizar a los seres vivos desde su composición y sus dinámicas de relación; además, tal concepto se puede observar desde el nivel genético, de especie y ecosistémico. Así, en la propuesta curricular en Colombia, debería ser transversal según los diversos discursos que circulan sobre la biodiversidad que caracteriza al país. Se esperaría que los ciudadanos puedan explicarse su propio espacio vital y, desde allí, valorar y respetar la diversidad de formas de lo vivo y de la vida que coexisten junto a él.

En 1998, en el marco de la política educativa colombiana, se publican los “Lineamientos curriculares del área de ciencias naturales y educación ambiental”, documento que establece los presupuestos teóricos de formación de los estudiantes de educación básica y media en esa área del conocimiento. En este sentido, el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998, p. 44) plantea:

[...] esto conlleva a que el estudiante analice y se integre armónicamente a la naturaleza, configurándose así una ética fundamentada en respeto a la vida y la responsabilidad en el uso de los recursos naturales que ofrece el medio a las generaciones actuales y futuras.

En este mismo documento, el tema de biodiversidad en los lineamientos curriculares del área de ciencias naturales y educación ambiental establece una relación de la escuela con la educación ambiental desde la cual se plantea:

[...] ese bien (la naturaleza), aunque limitado, es de un valor inestimable, dada nuestra gran biodiversidad y potencial genético, lo cual implica que el hombre debe pensar y repensar la calidad de sus relaciones con el medio, lo que a su vez implica el ejercicio de un sistema de principios según el cual se rigen sus formas de vivir socialmente y de actuar culturalmente en la naturaleza. (MEN, 1998, p. 47)

Así mismo, con respecto a los estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales, el tema de biodiversidad se constituye en un estándar de aprendizaje para los estudiantes de los grados octavo a undécimo. El análisis de las políticas educativas en relación con este concepto es fundamental en la comprensión del conocimiento profesional del profesor, ya que devela el acercamiento de los estudiantes en formación a por lo menos con dos componentes del conocimiento didáctico: las orientaciones de la enseñanza, los objetivos y las metas.

360

TRAYECTORIAS Y APORTES PEDAGÓGICOS PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

EL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD Y EL CONOCIMIENTO DE LOS PROFESORES DE BIOLOGÍA

Respecto al concepto de biodiversidad en el marco de investigaciones que lo vinculan este con el conocimiento de los profesores de biología, García y Martínez (2010) plantean que la relación entre educación y conservación de la naturaleza se ha ido forjando progresivamente en el seno de cuatro acontecimientos impulsados por Naciones Unidas durante los años setenta: 1) la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, 1972); 2) el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1973); 3) el Programa Internacional de Educación Ambiental (Belgrado, 1975); y 4) la Conferencia Intergubernamental de Educación Ambiental (Tbilisi, 1977). No obstante, será la década de los ochenta, con la confección de la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza y el informe Brundtland (1987), cuando surgen los conceptos nucleares: el de biodiversidad y el de desarrollo sostenible. Con ello, y pese a la indeterminación

de sus definiciones respectivas, se inaugura una nueva etapa que se cristalizará en 1992 con la firma del Convenio sobre la Diversidad Biológica en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro.

Los autores sostienen que la biodiversidad puede aún considerarse un tema emergente tanto en ciencia, como en política y educación, lo que lleva a la poca frecuencia de estudios en didáctica de las ciencias, de lo que se desprende la necesidad de desarrollar trabajos de investigación que permitan comprender la construcción de este concepto estructurante en los procesos de formación de los futuros maestros de biología.

En relación con las ideas, percepciones y dificultades de los profesores con respecto a la enseñanza de la biodiversidad, Fuentes (2015) recopila diversas investigaciones que reconocen el valor educativo de este concepto bajo dos aspectos: el primero, la importancia que conceden los formadores de docentes a la enseñanza de la biodiversidad, y el segundo, el grado de satisfacción de los futuros docentes en relación con la formación recibida. Los resultados muestran que los formadores de maestros reconocen el valor educativo del estudio de la biodiversidad desde la educación primaria, basándose en razones ecológicas, éticas y utilitarias. Por ello consideran que los maestros deben estar bien preparados para responder a las preguntas relativas a las especies, sus interacciones con el medio ambiente y reconocer la importancia de la protección de la biodiversidad. Sin embargo, los maestros en formación se mostraron moderadamente satisfechos con la educación recibida, admitiendo que se sentían poco seguros para enseñar este tema (Lindemann-Matthies *et al.*, 2009). En un trabajo posterior se profundiza en la percepción de los futuros docentes sobre su competencia profesional para implementar la educación sobre la diversidad, poniéndose de manifiesto que son reacios a utilizar actividades específicas de contacto directo con el medio debido a la escasa formación recibida (Lindemann-Matthies *et al.*, 2011). En este mismo sentido, el trabajo de Gayford (2000) detectó que los profesores, aun disponiendo de un conocimiento adecuado del concepto de biodiversidad, admitían limitaciones para abordar su problemática desde perspectivas sociales, económicas y políticas (p. 37).

Sin embargo, Fuentes (2015) enfatiza en otras investigaciones que el conocimiento sobre la biodiversidad en los profesores es limi-

tado, y que la asocian en mayor medida a la dimensión ecológica y en menor medida a la genética. Así mismo, señala que los profesores identifican las actividades antrópicas como un factor importante en la pérdida de la biodiversidad.

En la línea de investigaciones sobre biodiversidad, Kawasaki y Oliveira (2003) analizaron las concepciones docentes de biodiversidad y encontraron que hay una riqueza de estas, las cuales, a diferencia de los conceptos encontrados en la literatura, están atadas a los contextos y a sus investigaciones. Kawasaki y Oliveira se sumergen en el concepto de *biodiversidad* en dos perspectivas: 1) la biodiversidad como producto, o sea la existencia de una variedad inmensa de formas de vida en sus más diversos niveles de organización; y 2) la biodiversidad como proceso, es decir, como producto de un proceso largo de evolución biológica.

Respecto a las dificultades conceptuales reportadas, Moreira *et al.* (2003, p. 7) enfatizan en la popularización del término biodiversidad ya que “proporciona errores conceptuales, a menudo revelados como problemas ambientales y preservación del patrimonio natural. Se suman, además, las concepciones superficiales presentadas por los profesores en la investigación, indicando un concepto poco elaborado”. Este grupo encuentra que la interdisciplinariedad se desarrolla de manera elemental en el ámbito escolar, pero al mismo tiempo es identificada por los profesores como una manera de trabajar el tema de la biodiversidad y lo ambiental; destacan que la metodología de proyectos es la más eficiente, según los docentes encuestados: “La falta de conocimiento, tiempo, comunicación y experiencia son algunas de las dificultades presentadas por los entrevistados para el desarrollo de proyectos interdisciplinarios en el campo de biodiversidad” (p. 7).

Wikstrom (2016) en su estudio revela que los maestros de Iowa tienen actitudes similares positivas hacia la enseñanza de la diversidad biológica, pero no están abordando el tema de una manera consistente. Cuando Wikstrom preguntó cómo abordaban la biodiversidad en sus aulas, los maestros respondieron que lo hacían con los textos de biodiversidad, pero no discutieron los enfoques pedagógicos ni didácticos de los textos o el tratamiento sobre este tema. A partir de dichos datos, se infiere que los maestros de Iowa abordan el tema de la biodiversidad en varios lugares de sus planes de estudios y es

probable que la colocación de la variable resulte en diferentes énfasis, lo que puede afectar los resultados de aprendizaje del estudiante: “dado que la variabilidad en el contenido de la biodiversidad se centra actualmente parece estar a la discreción del profesor, los estudiantes podrían estar terminando sus cursos de biología secundaria con experiencias muy diferentes con contenido relacionado con la biodiversidad” (p. 30). Así, plantea que como sociedad se pueda seguir trabajando para una mejor comprensión de la pérdida de biodiversidad y su impacto en la sociedad, al igual que en la educación sobre la biodiversidad para que podamos poner a nuestros estudiantes en una posición para tomar decisiones informadas por un mejor futuro no solo para nuestra especie, sino también para todas las demás con las que compartimos este increíble planeta.

Respecto a las propuestas de enseñanza de la biodiversidad, el trabajo de Moreira *et al.* (2003) se trazó el objetivo de investigar la práctica docente en relación con la biodiversidad y la interdisciplinariedad. Destaca las concepciones, la importancia y las discusiones sobre biodiversidad en el ambiente escolar, la experiencia con proyectos interdisciplinarios de cuestiones ambientales, las metodologías y las propuestas de trabajo sobre el tema. Se entrevistaron a diecinueve profesores y se concluyó que el trabajo interdisciplinario sobre la enseñanza de la biodiversidad aún “no es una práctica frecuente en la escuela y que los profesores destacan el desarrollo de proyectos como una metodología eficiente para la práctica docente interdisciplinaria” (p. 1).

Por otro lado, Matos *et al.* (2006) indicaron el recorrido del profesor en la planificación de enseñanza sobre la biodiversidad mediante la producción de secuencias didácticas. Utilizaron un enfoque cualitativo de la investigación educativa mediante la observación y el análisis de las conversaciones y actividades de planificación desarrolladas en un grupo de enseñanza formado por tres investigadores y diez profesores de la educación básica durante un año. Encontraron una tendencia general en la planificación de la enseñanza de los profesores: su práctica pedagógica se desarrolla según la necesidad de profundización sobre el concepto. Las secuencias didácticas se enfocan, preferentemente, en formas de estudio y procesos que conducen a la biodiversidad, estableciendo también otras relaciones indirectas: “Las concepciones presentadas por los profesores se posicionaron entre

concepciones más genéricas de biodiversidad, probablemente oriundas de la sociedad, y concepciones más restringidas, condicionadas por el uso de fuentes bibliográficas científicas” (Matos *et al.*, 2006, p. 1).

A su vez, Gayford (2000) señala que después de varias discusiones en torno a esta temática, los profesores concluyen que el término biodiversidad es poco familiar para ellos, al menos en el contexto de la enseñanza de las ciencias, pero que la estudian en las taxonomías de los grandes grupos animales y vegetales: zoología y botánica. Según los profesores, este estudio ocurre de forma descriptiva, sin un enfoque evolutivo de los grupos, y no enfoca la biodiversidad desde el punto de vista conceptual y procesal, o sea, no aborda los mecanismos y los procesos que llevan a esta.

Esa falta de familiaridad con la biodiversidad los llevó luego a la búsqueda de aspectos conceptuales del término. La exploración por la definición y conceptualización pasó a ser una tendencia general en el grupo. Se percibió inseguridad en los profesores, que solo podía ser subsanada con la claridad conceptual y con un mayor basamento teórico del tema. Como el enfoque de esta temática era prácticamente ausente de los textos didácticos de ciencias y de biología, los profesores pasaron a buscar otras referencias bibliográficas de fuentes variadas como textos didácticos de la enseñanza superior, hipertextos e incluso artículos científicos que trataban esta temática. Tales fuentes tuvieron una influencia notable en las producciones de algunos de estos profesores.

Por lo demás, las categorías de análisis propuestas por Oliveira (2005) muestran que las secuencias didácticas de los profesores variaron de un concepto más genérico de la biodiversidad a uno más restrictivo o enfocado. De las concepciones genéricas, las más comunes son aquellas que relacionan la biodiversidad con la vida y, en general, con el medio ambiente. Además, cualquier tema de ciencias que se relacione a la vida o al medio ambiente, a su expresión y a su conservación, se relaciona con la biodiversidad, ejemplo de lo cual es el abordaje sobre la importancia del agua para el medio ambiente y para la supervivencia de los seres vivos y de la vida en general.

Bermúdez y De Longhi (2006) manifiestan que el marco teórico que sustenta la propuesta sobre la enseñanza de la biodiversidad relaciona temas habitualmente tratados en forma independiente en el contexto de la didáctica de las ciencias, como la resolución de

situaciones problemáticas, el diseño de unidades didácticas como hipótesis de progresión, los conceptos estructurantes y la enseñanza para la comprensión. Se identifican algunos conceptos ecológicos estructurantes como la biodiversidad, su pérdida y conservación, y las perturbaciones ecosistémicas.

Los autores consideran que la situación problemática permitió trabajar durante toda la unidad didáctica, realizando aproximaciones sucesivas que favorecen el tránsito de los alumnos por los distintos, y cada vez más profundos, niveles de comprensión. Este hecho también se vio fomentado por la planificación de las actividades en un gradiente de complejidad, abstracción y referencia ambiental crecientes. De esta forma, desde un ámbito muy cercano y conocido para los alumnos, como es el institucional, se fueron estableciendo analogías de los resultados y procedimientos a otros contextos geográficos cada vez más lejanos.

En Brasil, Rodríguez *et al.* (2010) desarrollaron una investigación que se realizó con veinte profesores de enseñanza media de escuelas públicas de la región de Bauru sobre el concepto de biodiversidad. En la investigación se destaca que la biología se caracteriza como una ciencia que tiene como componente fundamental el estudio de la diversidad de organismos vivos.

El estudio parte de la premisa de que las explicaciones acerca de la biodiversidad son imposibles de ser respondidas sin que haya un enfoque evolutivo; así, la evolución biológica es considerada un concepto central y unificador capaz de explicar tanto la diversidad como la semejanza presente en los seres vivos. Se considera además que de todos los conceptos existentes en las ciencias biológicas, la evolución es el más importante y el más mal comprendido (Gould, 1997, citado en Rodríguez *et al.*, 2010).

En el ámbito nacional, Pérez (2016) reconoce los diferentes aspectos que configuran las concepciones de dos profesores en formación sobre la biodiversidad desde la perspectiva de la diversidad cultural. En el caso del profesor en formación en la ciudad, este articula su mirada desde la variabilidad de las diversas relaciones de lo vivo desde el punto de vista biológico en concordancia con una visión occidental; en el caso del docente de la comunidad indígena, la relación se construye desde la concepción de la Madre Naturaleza como representación de la abundancia y la producción creativa de

la vida. Así, el estudio muestra que cada una de estas visiones está estrechamente articuladas con las formas de vivir y relacionarse con la naturaleza. Estas respuestas representan desafíos en los procesos de formación de profesores inherentes a la construcción de un mundo más plural.

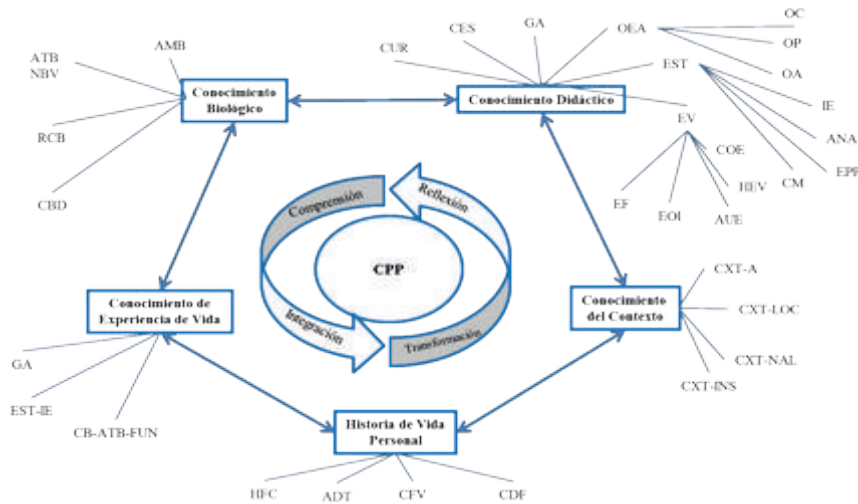
La anterior revisión destaca la importancia del concepto de biodiversidad y la necesidad de avanzar con estudios sobre la construcción de propuestas de formación sobre las problemáticas que se han encontrado tanto en los procesos de conceptualización como en el diseño de propuestas didácticas en las cuales, como lo señala Pérez (2016), es necesario articular diversas cosmovisiones que han construido diferentes culturas acerca de la biodiversidad.

Desde una formación crítica, en el marco del conocimiento profesional del profesor, el maestro debería reconocer los múltiples discursos que configuran este concepto, lo cual se constituye en un reto tanto para la formación de los futuros profesores como para los estudiantes de educación básica. Estos últimos como ciudadanos deben participar de dichas discusiones desde una mirada que reconozca la complejidad de ese concepto y permita comprender las interacciones de orden biológico, político, económico y cultural para asumir una perspectiva crítica respecto a lo que sucede en la conservación de la biodiversidad en el país.

EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA BIODIVERSIDAD

A partir de una investigación estudio de caso en la que se acompañó a un profesor en formación en el programa de Licenciatura en Biología en la planeación e implementación de una propuesta didáctica acerca de la enseñanza de biodiversidad y desde los principios de la investigación-acción, en donde el docente en formación participaba en procesos de metacognición en los momentos de planeación, acción y reflexión, Fonseca-Amaya (2018), y Fonseca y Martínez (2020) plantean que el conocimiento profesional del profesor de biología (CPPB) se construye a través de la integración de diversos conocimientos. Es decir, es un conocimiento cuya naturaleza ontológica le corresponde en sí mismo la propiedad de integración/transformación entre conocimiento experiencial (historia de vida, contexto, experiencia como interprete ambiental) y el conocimiento académico (conocimiento

biológico y conocimiento didáctico de las ciencias) (Fonseca-Amaya, 2018) (figura 1). En consecuencia, de tal naturaleza se configura una epistemología particular que se ubica en el lugar de la práctica misma.



Nota. Conocimiento biológico: AMB, ámbitos de explicación de la biodiversidad (evolutivo, ecológico, cultural); ATB, atributos de biodiversidad (estructura, composición y función); NBV, niveles de biodiversidad (genético, especie y ecosistémico); CBD, conocimiento general de biodiversidad; RCB, reflexión sobre el propio contenido de biodiversidad; GA, gestión de aula; CBATB, conocimiento biodiversidad atributo de función; ADT, autoderminación; CFV, condiciones favorables; CDF, condiciones desfavorables; CXT-A, contexto del aula; CXT-LOC, contexto local; CXT-NAL, contexto nacional; CXT-INS, contexto institucional; EV, evaluación; EST, estrategias; OEA, objetivos de enseñanza y de aprendizaje; CUR, currículo; CES, conocimiento del estudiante; OC, objetivos conceptuales; OP, objetivos procedimentales; OA, objetivos actitudinales; IE, investigación escolar; ANA, analogías; EPP, explicación práctica del profesor; CM, clase magistral; COE, coevaluación; HEV, heteroevaluación; AUE, autoevaluación; EF, evaluación formativa; EOI, evaluación como objeto de investigación.

Figura 1. Modelo pentagonal de integración/transformación del conocimiento profesional del profesor de biología (sobre la enseñanza de la biodiversidad)

En el marco del CPPB, desde el modelo de integración/transformación (Fonseca-Amaya, 2018), en relación con la enseñanza de la biodiversidad, se derivan (se construyen, se producen) cuatro conocimientos profesionales sobre este concepto estructurante de la biología: la enseñanza de la biodiversidad y el cuidado de sí y del otro y la posibilidad de salir adelante; la enseñanza de la biodiversidad y

el mantenimiento de la vida desde una perspectiva crítica; la enseñanza de la biodiversidad y el mantenimiento de la vida desde la comprensión de las interacciones ecosistémicas; y la enseñanza de la biodiversidad y la estructuración de una forma de conocer. Comprender la construcción y producción de estos conocimientos ubica al maestro como un sujeto de saber quien aporta al campo de la didáctica de las ciencias en la línea de investigación “Conocimiento profesional del profesor”.

En ese sentido, se reconoce que la construcción del conocimiento escolar se comprende como una construcción particular de orden contextual que se produce en la escuela a partir de la transformación de diferentes conocimientos, entre ellos el científico. Según Astolfí (1997), García (1998) y Martínez (2000), dicha transformación no corresponde con una simplificación, en este caso de la biodiversidad, sino que es un acto creativo propio de la escuela. A continuación, se describen estos conocimientos emergentes.

La enseñanza de la biodiversidad y el cuidado de sí y del otro, y la posibilidad de salir adelante

368

El conocimiento profesional del profesor trasciende la idea de pensar los métodos acerca de cómo debemos enseñar para aportar en la construcción del campo de la profesión docente a través del propio conocimiento que se deriva de la práctica profesional. Así, respecto al CPPB en relación con la enseñanza de la biodiversidad, se articulan las explicaciones acerca de esta en relación con *el cuidado de sí y del otro y la posibilidad de salir adelante*. Los contenidos se constituyen en un medio y no en el fin en sí mismo del proceso de enseñanza y de aprendizaje, y se asume una perspectiva formativa que trasciende la idea del contenido como finalidad.

En este sentido, es importante el planteamiento de Porlán y Rivero (1998), y Ballenilla (2003), quienes señalan la necesidad de ampliar la perspectiva del énfasis en los contenidos como fin último de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la escuela, y en consecuencia reconocer en la educación y en el propio maestro la oportunidad de aportar en los procesos de transformación social que permitan consolidar una sociedad más justa y equitativa. También Bonilla (2014) resalta “la importancia de la búsqueda permanente del profesor por conocer cómo impactar en la realidad de los estudiantes

con el conocimiento” (p. 340). Igualmente, Shulman (2015) insiste en que los aspectos afectivos del conocimiento docente y la acción son importantes porque mucho de lo que los profesores “saben y hacen” se conecta a sus propios estados afectivos y a su motivación, al igual que su capacidad de influir en los sentimientos, las motivaciones, los procesos de persistencia y de formación de la identidad de sus estudiantes.

La enseñanza de la biodiversidad y el mantenimiento de la vida desde una perspectiva crítica

El CPPB en relación con la enseñanza se caracteriza por promover una actitud de cuidado de la vida, asumiendo una actitud crítica respecto a las condiciones que dificulta su conservación. Este conocimiento se hace explícito cuando se les pide a los estudiantes de educación básica que establezcan relaciones entre lo aprendido sobre biodiversidad y la comprensión de algunos casos o situaciones que la afectan. Con esto, se articula el conocimiento biológico cuando se ubica al estudiante en relación con los niveles de organización de la biodiversidad y los atributos de composición, estructura y función, y desde allí se promueve que realicen un ejercicio comprensivo de las situaciones socioambientales que se relacionan con la biodiversidad.

369

La enseñanza de la biodiversidad y el mantenimiento de la vida desde la comprensión de las interacciones ecosistémicas (BIE)

El CPPB en relación con la enseñanza de la biodiversidad, se construye privilegiando el atributo de función más que los de composición y estructura, lo cual es posible evidenciar a través de la integración de los conocimientos para que los estudiantes comprendan las interacciones que ocurren en el interior del ecosistema.

Este conocimiento está en congruencia con lo planteado por Primack *et al.* (1998) cuando dicen: “diversidad funcional se refiere a la variedad de procesos e interacciones que ocurren entre los componentes biológicos, estos procesos pueden ser ecológicos” (p. 61). Cuando se habla de beneficios ecosistémicos se incluyen aquellos productos de los ecosistemas y de la interacción de los seres vivos que forman parte de ellos, relacionados con: la provisión de agua y alimentos, el control del clima y de las enfermedades, la generación de la fertilidad, y el valor espiritual, recreacional o estético.

La enseñanza de la biodiversidad y la estructuración de una forma de conocer

El CPPB en relación con la enseñanza de la biodiversidad se articula con la posibilidad de instaurar una manera de conocer. La biodiversidad se aprende a través de procesos de investigación escolar que, más que ser una estrategia de enseñanza de las ciencias, promueve en los estudiantes una manera de pensar, la cual, a través de las preguntas, de hacerse responsable en su resolución y del trabajo en equipo, posibilita una forma para comprender cualquier fenómeno. Este aspecto se podría relacionar con la consideración de la investigación escolar en la que desde el abordaje de problemas de acción ciudadana se permite la construcción de un conocimiento particular: el escolar (García-Díaz, 1998).

CONCLUSIONES

La enseñanza de la biodiversidad en la escuela se articula a la construcción del conocimiento profesional del profesor como un saber derivado de la integración de conocimientos de orden biológico, didáctico, de la propia historia de vida del profesor, el conocimiento de su experiencia y el conocimiento del contexto. Así, se reconoce que la biodiversidad como un concepto estructurante en la enseñanza y el aprendizaje de la biología, articulado al conocimiento profesional, no es neutral, en tanto que ningún saber es independiente de unas relaciones de poder. Por ello, es importante problematizar los lugares de enunciación del conocimiento profesional y desde allí las implicaciones en la formación de los niños y jóvenes desde una perspectiva crítica que permita comprendernos como sistema sociocultural en una relación de retroacción naturaleza-cultura.

Derivado del proceso de investigación acerca de la caracterización del conocimiento profesional del profesor en relación con la enseñanza de la biodiversidad, es posible identificar los siguientes conocimientos de orden biológico, didáctico, de su propia historia de vida, su experiencia y del contexto, acerca del CPPB en relación con la enseñanza de biodiversidad: la enseñanza de la biodiversidad y el cuidado de sí y del otro, y la posibilidad de salir adelante; la enseñanza de la biodiversidad y el mantenimiento de la vida desde una perspectiva crítica; la enseñanza de la biodiversidad y el mantenimiento de la vida desde la comprensión de las interacciones ecosis-

témicas; y la enseñanza de la biodiversidad y la estructuración de una forma de conocer.

REFERENCIAS

- Astolfi, J. P. (1997). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*. Diada.
- Ballenilla García de Gamarra, F. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de ciencias de enseñanza secundaria. Estudio de caso. Volumen I: planteamiento teórico, diseño y conclusiones de la investigación* [tesis de doctorado inédita]. Universidad de Sevilla.
- Bermúdez, G. M. Á. y De Longhi, A. L. (2006). Propuesta curricular de hipótesis de progresión para conceptos estructurantes de ecología curricular. *Campo Abierto*, 25(2), 13-38.
- Bonilla, O. A. (2014). *Ampliando la conceptualización del conocimiento pedagógico del contenido, la perspectiva intercultural* [tesis de doctorado inédita]. Universidad de Antioquia.
- Castro, J. y Valbuena, E. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la biología escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 126-145.
- Escobar, A. (1999a). *Comunidades negras de Colombia: en defensa de la biodiversidad, territorio y cultura*. <http://www.unc.edu/~aescobar/text/esp/biodiv223aescobar.pdf>
- Escobar, A (1999b). *El final del salvaje. Naturaleza, cultura y política en la antropología contemporánea*. CEREC.
- Fonseca-Amaya, G. (2018). Los ejes DOC: una estrategia conceptual y metodológica en la construcción del conocimiento profesional del profesor. *Revista Científica*, 31(1), 68-84. <https://doi.org/10.14483/23448350.12432>
- Fonseca, G. y Martínez, C. (2020). El conocimiento profesional del profesor: una construcción desde la integración/ transformación de referentes académicos y experienciales. El caso de un futuro profesor de biología. En A. Molina (Ed.), *Investigación y formación de profesores de ciencias: diálogos de perspectivas latinoamericanas* (pp. 131-157). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Fuentes Silveira, M. J. (2015). *La diversidad en el marco de la didáctica de las ciencias naturales: una experiencia en el aula de educación*

secundaria obligatoria [tesis de doctorado inédita]. Universidade da Coruña.

- García, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Diada.
- García-Díaz, J. E. (1998). Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en Educación Ambiental. *Investigación en la Escuela*, (37), 15-32.
- García, J. y Martínez, F. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 175-184.
- Gayford, C. (2000). Biodiversity education: A teacher's perspective. *Environmental Education Research*, 6(4), 347-361.
- Jiménez, M. P. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En M. P. Jiménez, (Coord.), A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedriñaci (Eds.), *Enseñar ciencias* (pp. 119-142). Grao.
- Kawasaki, C. y Oliveira, L. (2003). *Biodiversidade e educação: as concepções de biodiversidade dos formadores de professores de biologia* [ponencia]. Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência, Baurú, SP.
- 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.
- Lindemann-Matthies, P., Constantinou, C., Lehnert, H. J., Nagel, U., Raper, G. y Kadji-Beltran, C. (2011). Confidence and perceived competence of preservice teachers to implement biodiversity education in primary schools. Four comparative case studies from Europe. *International Journal of Science Education*, 33(16), 2247-2273.
- Martínez, C. A. (2000). *Las propuestas curriculares de los profesores sobre el conocimiento escolar: dos estudios de caso en el área de conocimiento del medio*. Universidad de Sevilla.
- Martínez, C. A. (2005). De los contenidos al conocimiento escolar en las clases de ciencia. *Revista Educación y Pedagogía*, 17(43), 149-161. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6060>
- Martínez Rivera, A. (2016). Una mirada a la complejidad del conocimiento de las profesoras y profesores en ciencias, desde la

- propuesta de ejes doc: dinamizadores, obstáculo y cuestionamiento. En G. A. Perafán Echeverri, E. Badillo Jiménez y A. Adúriz-Bravo (Coords.), *Conocimiento y emociones del profesorado. Contribuciones para su desarrollo e implicaciones didáctica* (pp. 185-208). Editorial Aula de Humanidades.
- Martínez, C. A. y Valbuena, E. O. (2013). *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Martínez, J. G. (2002). La evolución y la conservación de la biodiversidad. En M. Soler (Ed.), *Evolución la base de la biología* (pp. 408-416). Editorial Proyecto Sur.
- Matos, M., Motokane, M. y Kawasaki, C. (2006). O percurso do professor no planejamento de ensino expresso nas sequências didáticas sobre biodiversidade. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5, 1-9.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Lineamientos curriculares del área de ciencias naturales y educación ambiental*. MEN.
- Moreira, A., Veronezzi, A., Correia, E. y Corazza-Nunez, M. J. (2003). *Biodiversidade na realidade escolar: investigação da prática docente no ensino fundamental* [ponencia]. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, Brasil.
- Naciones Unidas. (1992). *Signatarios del Convenio sobre la Diversidad Biológica en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Naciones Unidas.
- Oliveira, L. (2005). *As concepções de biodiversidade: do professor-formador ao professor de Biologia em serviço* [tesis de pregrado inédita]. Universidad de São Paulo (usp).
- Parga, L. y Mora, P. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación Química*, 25(3), 332-342.
- Perafán, G. (2013). La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor. *Folios: Revista de la Facultad de Humanidades*, (37), 83-93.
- Perafán, G. (2015). *Conocimiento profesional docente y prácticas pedagógicas*. Editorial Aula Humanidades.
- Perales, J. y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Marfil.

- Pérez, M. (2016). *Diversidad cultural y concepciones de biodiversidad de docentes en formación inicial de Licenciatura en Biología* [tesis de doctorado inédita]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Pinillos, M. (2005). La naturaleza histórica de la biodiversidad: elementos conceptuales de una crisis. *INCI*, 30(4), 235-242.
- Pombo, D. (1998). Colombia en busca de opciones para la defensa de la diversidad biológica y cultural en el escenario internacional. Biodiversidad una nueva lógica para la naturaleza. En Grupo Ad Hoc sobre Diversidad Biológica, ILSA e IGEA (Eds.), *Diversidad biológica cultural. Retos y propuestas desde América Latina* (61-85). ILSA.
- Porlán, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3), 5-22.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Díada Editorial S.L.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. (1998). *Fundamentos de conservación biológica: perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica.
- Rivero, A. (2003). *Proyecto docente*. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Sevilla.
- Rodriguez da Silva T., Soares, M. y De Andrade C, A. (2010). Concepções de professores de Biologia a respeito da diversidade dos seres vivos: uma análise, considerando o desenvolvimento histórico das ideias evolucionistas. En F. Bastos (Org.), *Ensino de ciencias e matemática III. Contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas* (pp. 147-167). Cultura Acadêmica Editora.
- Rozzi, R., Feinsinger P., Massardo, F. y Primack, R. (2001). Qué es la diversidad biológica. En R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger y R. Dirzo (Comps.), *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas* (pp. 59-77). Fondo de Cultura Económica.
- Shulman, L. (2015). PCK: Its genesis and exodus. En A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 3-13). Routledge.
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Narcea.

- Valbuena, E. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. Universidad Complutense.
- Wikstrom, K. R. (2016). *Biological diversity in the biology classroom: Teachers' approaches, attitudes, and knowledge*. Iowa State University.
- Wilson, D. S. (1992). Complex interactions in metacommunities, with implications for biodiversity and higher levels of selection. *Ecology*, 73(6), 1984-2000.

Biodiversidad fuera del aula: implicaciones didácticas en ambientes naturales y en la formación del profesorado

Elías Francisco Amórtegui Cedeño

Lo presente capítulo pone de manifiesto varias de las discusiones, experiencias e investigaciones didácticas llevadas a cabo en el marco del Grupo de Investigación Interinstitucional Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias (Categoría A-Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación) y el Semillero de Investigación Enseñanza de las Ciencias Naturales (ENCINA) de la Universidad Surcolombiana. En concreto, se habla sobre la enseñanza de la diversidad biológica en la formación del profesorado de ciencias naturales y educación ambiental en instituciones educativas de carácter oficial en distintos municipios del departamento del Huila. Finalmente, pretendemos aportar elementos de discusión y análisis que puedan contribuir en una formación docente inicial y continuada que potencie la enseñanza de la biodiversidad fuera del aula tradicional de clases.

¿CUÁLES SON LAS PERSPECTIVAS SOBRE LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE LA QUE PARTIMOS?

Consideramos que la profesión docente se ha subestimado social y epistemológicamente al considerarse que para enseñar basta con tener dominio del conocimiento disciplinar en profundidad, dejando de lado el hecho de que como profesionales de la educación los docentes poseen un conocimiento particular que, además de incluir el saber del contenido (biológico, químico o físico, por ejemplo), incluye aspectos didácticos, pedagógicos, curriculares, metacognitivos, entre otros, lo que les posibilita generar procesos educativos adecuados (Valbuena, 2007; Mellado, 2011). En concreto, más que generar transposiciones didácticas en términos de Chevallard (1998) de un “saber sabio” a un “saber enseñado”, se trata de permitir transformaciones didácticas en las que se integren los diferentes saberes que confluyen en el aula de clase de biología: lo científico, lo cotidiano, lo contextual, entre otros (Castro y Valbuena, 2007) en aras de la construcción de una biología escolar. Este conocimiento del profesorado se construye a partir de fuentes cuya naturaleza es heterogénea e incluyen la integración de los saberes basados en la experiencia, las rutinas, los guiones de acción, las teorías implícitas, entre otros (Porlán y Rivero, 1998; Tardif y Lessard, 2014). Sumado a ello, representan aspectos de índole ideológica, política e idiosincrática (Park y Oliver, 2008), mediados por fuertes procesos de orden reflexivo y metacognitivo sobre el acto educativo, en este caso al enseñar biología (Castro y Valbuena, 2018). En este sentido, es importante indagar en el ámbito de la formación docente sobre los procesos que promueven la construcción de su conocimiento profesional y su vinculación en la formación inicial de maestros (Tardif, 2004; Tardif y Lessard, 2014). Existe una gran diversidad de investigaciones acerca del CPP, el cual, en términos generales, se constituye a partir de cuatro grandes componentes: el conocimiento del contexto, el conocimiento de la materia que se enseña, el conocimiento pedagógico y el conocimiento didáctico del contenido (CDC) (Shulman, 1986, 1987; Carlsen, 1999; Park y Chen, 2012; Gess-Newsome, 2015).

En específico, los estudios realizados con profesores de biología en su mayoría se han realizado con docentes en activo, tanto experimentados como noveles, como, por ejemplo, en los trabajos de Carlsen (1993), Gess-Newsome (1993), Gess-Newsome y Lederman

(1995), Veal y Kubasko (2003), Friedrichsen *et al.*, (2009), Park y Chen (2012), Rozenszajn y Yarden (2014), Mthethwa-Kunene *et al.* (2015), entre otros. En una menor proporción se ha investigado la formación inicial de profesores de biología, muestra de lo cual son los estudios de Gess-Newsome y Lederman (1993), Valbuena (2007), Anwar *et al.* (2014) y Großchedl *et al.* (2015). En concreto, para el caso de la región del Huila, las investigaciones desde esta perspectiva son incipientes sobre la construcción del conocimiento profesional (Amórtegui *et al.*, 2016; Amórtegui y Mosquera, 2018; Amórtegui y Gavidia, 2018).

Desde el conocimiento didáctico del contenido biológico

Para el caso específico de los profesores de biología, Valbuena (2007) establece dos grandes componentes que conforman su conocimiento profesional: el conocimiento biológico (CB) y el conocimiento didáctico del contenido biológico (CDCB). Aquí se pueden reconocer los siguientes conocimientos: el del contenido disciplinar; el pedagógico; el didáctico del contenido biológico (CDCB); y el del contexto. Las experiencias de los profesores, como lo plantea Tardif (2004), constituyen saberes fundamentales en la estructuración de su conocimiento profesional. Así mismo, la epistemología personal de los docentes acerca del conocimiento en general, de la enseñanza y del aprendizaje de la ciencia y de la disciplina que se enseña constituye un referente clave en el desarrollo profesional. Este tipo de conocimiento se caracteriza por ser un saber experiencial y, al igual que las concepciones del profesor, es de carácter implícito, arraigado y funcional, lo cual conlleva a que sean los más próximos a las conductas del profesor. Según Barnett y Hodson (2001), las creencias, los valores y las experiencias personales del docente orientan gran medida la forma en la que se interpretan e implementan los currículos. Para este autor, el conocimiento profesional de profesor (CPP) no resulta de la mera yuxtaposición e intersección de los diferentes saberes de él, sino que requiere un conjunto de interrelaciones entre los diferentes componentes en diferentes vías. En este sentido, se considera el conocimiento didáctico del contenido biológico (CDCB) el elemento central e integrador de los diferentes constituyentes del CPP. Por otra parte, las investigaciones realizadas por Valbuena *et al.* (2009) y Amórtegui *et al.* (2016) han puesto de manifiesto la importancia de la reflexión y la metacognición como componentes de orden meta-disciplinar particular del docente, que lo configuran y le permiten

estructurar y reestructurar tanto el conocimiento pedagógico, curricular y didáctico, como su propia práctica docente.

Desde la importancia de la metacognición

Tanto Park y Oliver (2008) como Park y Chen (2012) proponen que el conocimiento didáctico del contenido (CDC) se compone de cinco elementos: las orientaciones sobre la enseñanza de las ciencias, el conocimiento de la comprensión de los estudiantes, el conocimiento de las estrategias de enseñanza y las representaciones, el conocimiento sobre el currículo de ciencias y, por último, el conocimiento sobre la evaluación del aprendizaje de las ciencias, todos ellos potenciados por la reflexión en y sobre la acción docente. Park y Chen (2012) realizan un estudio con cuatro profesores de biología que trataban el tema de fotosíntesis y herencia en una escuela secundaria de Estados Unidos; este análisis se centró en la integración de los componentes del CDC y, en tal sentido, proponen que existen cinco aspectos principales sobre dicha integración:

- La integración de los componentes fue idiosincrática y específica del tema.
- El conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes y el conocimiento de las estrategias de enseñanza y representaciones fue central en la integración.
- El conocimiento sobre el currículo de ciencias y el conocimiento sobre la evaluación del aprendizaje ha tenido la mayor limitante de conexión con los otros componentes.
- El conocimiento sobre la evaluación de los aprendizajes suele estar más frecuentemente conectado con el conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes y el conocimiento de las estrategias de enseñanza que con los otros componentes.
- Las orientaciones didácticas sobre la enseñanza de las ciencias orientaron el conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y las representaciones inhibiendo su conexión con otros componentes.

La propuesta de Park y Chen (2012) resalta que el modelo pentagonal representa la importancia de las interacciones entre los distintos

conocimientos, otorgando un peso equitativo sobre cada interacción. Este modelo implica que un CDC efectivo para la enseñanza requiere la integración de los componentes de maneras complejas.

Desde la propuesta de “filtros” y “amplificadores”

En el compilado realizado por Berry, Friedrichsen y Loughran (2015) titulado *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*, Gess-Newsome (2015) propone un nuevo modelo del CPP. Esta propuesta es resultado de la cumbre llevada a cabo en octubre del 2012 en Colorado (Estados Unidos) con la participación de veintidós de los más reconocidos investigadores en CDC y enseñanza de las ciencias a nivel mundial, provenientes en específico de siete países. Este modelo permite identificar el rol general del conocimiento del profesor y sitúa el CDC en el interior del modelo, incluyendo toda la complejidad de la enseñanza y el aprendizaje. En este sentido, se proponen dos grandes tipos de conocimientos: el conocimiento profesional del profesor base (ТРКВ) y el conocimiento profesional del tema específico (ТСПК). Este permite explicitar que el contenido para la enseñanza ocurre a un nivel específico (fuerza, movimiento) y no a un nivel disciplinar (física, química). También es claro que este conocimiento combina el conocimiento del contenido, la pedagogía y el contexto; por último es reconocido como un conocimiento público o propio de la profesión que le permite asumir un rol normativo, y ambos son ausentes del contexto. Este modelo permite reconocer el conocimiento del profesor, sus habilidades y la práctica. Dichas ideas y orientaciones actúan como amplificadores o filtros en el aprendizaje de los profesores y como mediadores de sus acciones. Es en el contexto del salón de clases en el que se puede examinar el CDC. Únicamente para este modelo, el CDC es entendido como un conocimiento para planificar y llevar a cabo la enseñanza de un tema específico, y como una habilidad cuando se involucra el acto de enseñanza.

¿CUÁL ES EL VALOR DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO EN UN PAÍS CONSIDERADO COMO “MEGADIVERSO”?

El desarrollo de salidas de campo por parte del profesorado como medio de enseñanza adquiere un valor especial para un país como Colombia, el cual, como se ha considerado desde el 2000, alberga uno de los 35 *hotspots* de biodiversidad del planeta (Chocó, debido a su

alta pluviosidad), y áreas particulares con altos índices de diversidad biológica y endemismos, los cuales a la vez son sometidos a graves impactos que suponen haber perdido más del 75 % de su vegetación primaria; dichas áreas requieren de políticas y acciones en pro de su conservación (categorización establecida por Myers *et al.*, 2000; Myers, 2003; Sloan *et al.*, 2014). Por tanto, conocer los entornos naturales toma mayor importancia en este país, ya que, en términos biológicos, Colombia es considerado uno de los 12 países “megadiversos” del planeta, en los que se alberga el 70 % de la biodiversidad mundial (Romero *et al.*, 2008). Según Moreno *et al.* (2016), Colombia cuenta con registros en el Sistema de Información sobre Biodiversidad (SIB) de alrededor de 1960 especies de peces, 1900 de aves, 692 de anfibios, 507 de reptiles y 409 de mamíferos; según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, es el primer país en especies de aves y orquídeas, el segundo en el mundo en riqueza de plantas, anfibios, mariposas y peces de agua dulce, el tercero en número de especies de palmas y reptiles, y el cuarto en mamíferos. Consideramos entonces que conocer la biodiversidad demanda un trabajo de campo riguroso en diversas áreas (zoología, botánica, ecología, entre otras). Por tanto, es fundamental que este aprendizaje comience en la escuela, lo que demanda entonces profesores formados para enseñar a aprender en el campo natural. En este orden de ideas, para el caso de la región del Huila, estudios como los de Flórez y Gaitán (2015), Castrillón *et al.* (2015), Valenzuela *et al.* (2015) y Rivera (2016) han mostrado la gran diversidad biológica de odonatos, aves, arácnidos y quirópteros, siendo en todos los casos fundamental el trabajo de campo como una forma de comprender la biodiversidad en el campo natural.

¿CUÁLES SON LAS PERSPECTIVAS Y APORTACIONES DEL TRABAJO DE CAMPO EN AMBIENTES NATURALES?

Entre las actividades formativas que realiza el profesorado de biología, una de las más importantes son las prácticas de campo con su alumnado. Esta estrategia de enseñanza-aprendizaje ofrece oportunidades educativas de incuestionable valor, como las relacionadas con su dimensión afectiva, cognitiva y ambiental, y son fundamentales en la valoración de la biodiversidad, la generación de actitudes en pro de la conservación de los seres vivos, la adquisición de destrezas

del trabajo científico y el contacto directo con los entornos naturales (Wass, 1990; Del Carmen y Pedrinaci, 1997; Gavidia y Cristerna, 2000; Rennie, 2014).

En una revisión reciente, Amórtegui *et al.* (2017) realizan una aproximación al estado actual de conocimiento sobre las prácticas de campo en la formación de docentes de biología a través de una revisión documental sobre las publicaciones en revistas y congresos en educación en ciencias naturales y enseñanza de la biología durante el periodo 2005-2015; destacan cuatro tendencias en las publicaciones: revisiones/reflexiones, investigaciones sobre enseñanza-aprendizaje, investigaciones de las concepciones sobre prácticas de campo y relación con el conocimiento profesional del profesor. La literatura aquí reportada muestra que se ha estudiado principalmente la relación teoría-práctica, las finalidades de aprendizaje, el rol del docente y el alumno, el momento de realización y la evaluación del aprendizaje, todas en el marco del desarrollo de prácticas de campo. Sin embargo, se concluye que es importante, además de investigar, reflexionar y concretar específicamente sobre la naturaleza del trabajo de campo, especificar qué lo diferencia de otras estrategias de enseñanza-aprendizaje, cuál es su relación con la epistemología de la biología como disciplina científica, cómo planificar su puesta en marcha (antes, durante y después de su realización), qué tener en cuenta en una guía de campo y, finalmente, cuál es su contribución a la construcción del conocimiento del profesorado de biología. Por otra parte, en el marco de la enseñanza-aprendizaje de la biología, cabe destacar los planteamientos de Banet (2000) y Jiménez (2003) sobre las dificultades de aprendizaje de la biología, específicamente de la ecología (Del Carmen y Pedrinaci, 1997). Dichas dificultades se ven reflejadas en la noción de ecosistema como el cúmulo de seres vivos, la percepción lineal de las relaciones (como cadenas alimenticias y no como redes tróficas), la concepción estática de su funcionamiento, la poca interpretación de redes alimentarias y la escasa sensibilización sobre el impacto del ser humano en su dinámica. En el caso de las actitudes, Gavidia (2008) destaca que el incrementado desinterés del alumnado por aprender biología es debido, entre otras cosas, a los modelos tradicionales de enseñanza que siguen persistiendo en la escuela e inclusive la utilización de recursos como las prácticas de campo desde una perspectiva transmisiva.

Desde otra perspectiva, Bermúdez *et al.* (2014) manifiestan que los libros de texto tratan la temática de la diversidad biológica de manera descontextualizada del ámbito social, aun cuando la dimensión ética y política de la biodiversidad es consustancial a su carácter científico y social, generando así la necesidad de otorgar al alumnado de una base de competencias teórico-prácticas para fundamentar y orientar la interpretación crítica y la toma de decisiones sobre la conservación. Ya estudios como el de Gavidia y Cristerna (2000) manifestaban que los libros de texto trataban el tema de la ecología de tal forma que no permitían el cambio conceptual procedimental y actitudinal requerido para que el alumnado se encamine a una dimensión medioambiental holística en la que se sienta parte del medio. Algunos estudios llevados a cabo en la región sur del país con estudiantes de educación básica y primaria de instituciones educativas rurales pueden encontrarse abordando la enseñanza y el aprendizaje acerca de arañas (Guevara *et al.*, 2018), murciélagos (Rivera y Amórtegui, 2018), esquizómidos (Perdomo-Muñoz *et al.*, 2018) y ofidios (Gómez *et al.*, 2018); en todos los casos se enfocan en la conservación de organismos poco carismáticos, entendidos como especies que, por su aspecto, no son llamativas para los programas de conservación y protección animal pese a su importancia biológica (Morse-Jones *et al.*, 2012). En todos estos, las salidas de campo aparecen como elemento fundamental para la generación de actitudes hacia el cuidado de estos seres vivos.

Con base en lo anterior, consideramos que las prácticas de campo son fundamentales para superar estas deficiencias ya que pueden movilizar en mayor medida el aprendizaje del estudiantado y facilitar al docente una transformación didáctica más efectiva (Fernández, Rodríguez y Casal, 1999; Lavie y Tal, 2015). Además, encontramos valor agregado en las prácticas de campo en las que el docente facilita al estudiantado una experiencia directa con fenómenos naturales y la vida silvestre, junto con un espacio de gran potencial para generar comportamientos proambientales y conciencia sobre aspectos de la conservación; estos generalmente están enmarcados en el currículo como una actividad de educación formal (con la posibilidad de realizarse fuera del aula, sea en el interior de la misma escuela o fuera de ella), más aún cuando en ocasiones la mayor exposición que tiene el alumnado con los organismos vivientes tiene lugar predominantemente en zoológicos o acuarios (McLaughlin y Johnson, 2006). De

igual forma, las prácticas de campo adquieren un valor especial en la enseñanza y el aprendizaje de la biología pues permiten al alumnado abordar su objeto de estudio, “lo vivo”, lo más cerca posible a sus condiciones naturales, con una perspectiva sistémica y holística que les ayuda a comprender las relaciones que conforman el fenómeno viviente en conjunto con su ambiente: redes tróficas, adaptaciones, relaciones inter e intraespecíficas, biodiversidad, ecosistemas, autopoiesis, entre otros. Además, ofrecen oportunidades educativas de alto valor relacionadas con aspectos procedimentales y actitudinales, como la apreciación del significado de naturaleza, la valoración, conservación y disfrute sostenible de los recursos naturales, entre otros (Magntorn y Helldén, 2005, 2007; Hamilton-Ekeke, 2007). Una de las preguntas clave que nos hacemos al organizar nuestro conocimiento sobre la biología es: ¿qué relaciones tienen los seres vivos entre sí y con su medio? Es evidente que los temas que debemos tratar para su respuesta son más fácilmente abordables a través de las prácticas de campo al conferir una perspectiva sistémica a lo vivo in situ difícilmente alcanzable sin las relaciones directas entre individuos y ambientes. Como afirman Brody (2005), Morag y Tal (2012) y Morag *et al.* (2013), los ambientes naturales y las salidas de campo son diferentes en varios sentidos de las visitas a museos, planetarios o centros de ciencia, pues permiten la experiencia directa con los fenómenos reales de la naturaleza más que cualquier otra actividad extraescolar. La práctica de campo en la naturaleza tiene el potencial de mejorar el comportamiento proambiental y la conciencia sobre la conservación; es menester que el alumnado conozca y estudie los problemas ambientales (Fernández *et al.*, 2006) no como asuntos obligatorios exclusivos de las asignaturas de clase, sino por su propia convicción e importancia en su formación (Ull *et al.*, 2014).

385

¿QUÉ RELACIONES ESTABLECEMOS ENTRE LA BIODIVERSIDAD Y LA CONFIGURACIÓN DE CIUDADANOS?

Con una perspectiva global, García y Martínez (2010) llaman la atención sobre la crisis ambiental y la excesiva pérdida de la biodiversidad como una emergencia planetaria dado el elevado número de especies amenazadas de extinción en tan corto periodo de tiempo, por lo cual es menester un cambio social hacia el mantenimiento de los procesos ecológicos como requerimiento imprescindible para la conservación y el uso racional de los recursos biológicos. Por otra parte, no se pueden perder de vista los compromisos adquiridos

encaminados a promover la necesaria transición a la sostenibilidad. En el ámbito internacional cabe destacar la aprobación en el 2015 del documento “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible” (ONU, 2015), materializado en 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y 169 metas para ser puestos en marcha en el periodo 2016-2030. Esta agenda establece 17 objetivos interrelacionados para abordar una amplia gama de desafíos sociales, económicos y ambientales. Destacamos el ods 4, destinado a garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. En este sentido, es obvio el papel esencial que han de jugar la formación inicial y continua del profesorado (Calero *et al.*, 2019). Con base en esto, consideramos que el desarrollo de prácticas de campo en la escuela es fundamental en pro de generar el aprendizaje de conceptos, destrezas y actitudes sobre la valoración de dicha biodiversidad, más aún en un país como Colombia que cuenta con una amplia diversidad de pisos térmicos que en sus diferentes ecosistemas poseen una amplia riqueza faunística y florística. Sin embargo, actividades como estas y otras de educación no formal no han logrado que la población en general se interese y comprenda la manera como la especie humana se integra en la naturaleza (Carrasquer *et al.*, 2006).

Consideramos que ir al campo y trabajar fuera de la escuela en ambientes lo más cercano a las condiciones naturales biológicas puede facilitar que el alumnado aborde problemáticas ambientales como las planteadas por Vilches (2015): la disminución de los recursos naturales, la contaminación y, por tanto, la degradación de los ecosistemas, entre otras. Dicha alfabetización debe además acercar al alumnado a la manera en la que se construye el conocimiento científico, lo cual permite generar una idea adecuada sobre la naturaleza de la ciencia, más accesible, interesante, significativa y relevante. De esta manera, se le permite participar de manera activa en debates acerca de las problemáticas relevantes de la sociedad (Banet, 2010), en este caso sobre las relacionadas con la biodiversidad de la región del Huila, y en específico sobre su entorno natural próximo, de tal forma que puedan generar juicios sobre la influencia del desarrollo científico y tecnológico en sus propias vidas.

Aquí, consideramos desde la perspectiva de la alfabetización científica que el trabajo de campo puede favorecer en el alumnado el

desarrollo de actitudes, valores y normas de comportamiento sobre su medio ambiente y, a la larga, sobrepasar el creciente desinterés del alumnado por el aprendizaje de las ciencias (Solbes *et al.*, 2007). En nuestro caso, se trata de comprender que en el campo natural no solo existen elementos científicos biológicos, sino que, como plantea Gavidia (2005), los alumnos comprendan que la ciencia forma parte de la cultura y está vinculada a la sociedad.

¿QUÉ RELACIONES ESTABLECEMOS ENTRE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO Y LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO?

En términos de la formación docente, una de las mayores dificultades consiste en que los docentes en ejercicio cuentan con una preparación escasa sobre cómo enseñar biología en los ambientes naturales fuera del aula de clases (Del Toro y Morcillo, 2011), ya que ni los cursos de formación inicial ni los de formación permanente han aportado un adecuado conocimiento de contenido biológico ni didáctico necesario para enseñar en el exterior de la escuela, es decir, cómo diseñar prácticas de campo y llevarlas a cabo con el alumnado (Behrendt y Franklin, 2014). El abordaje sobre esta estrategia de enseñanza se reduce en específico a lecturas y discusiones y no a su programación, ejecución y evaluación (Ateskan y Lane, 2016). Lavie y Tal (2016) afirman que los estudios sobre el rol del maestro en las salidas de campo han demostrado que en la mayoría de las ocasiones prefieren no tomar la oportunidad de jugar un papel activo e involucrarse totalmente en la salida, su preparación, entre otros, al punto de otorgar todo el papel educativo a los profesionales encargados, por ejemplo, de los parques naturales.

En este sentido, generalmente el profesorado en su formación inicial ha participado como aprendiz en las salidas de campo sin tener experiencias en las cuales deban planificar y enseñar fuera del aula (Tal y Morag, 2009; Amórtegui y Correa, 2012). En este sentido, aquellos profesores con más experiencia en el trabajo de campo desarrollan mayores habilidades pedagógicas, mientras que los que poseen menor experiencia suelen llevar a cabo actividades dirigidas y cuentan con un conocimiento del contenido inadecuado, además de cumplir roles de mayor autoritarismo frente a sus alumnos en estas actividades. Por tal razón, la literatura especializada sobre cómo orientar al profesorado en estas estrategias de enseñanza, es escasa (Ballantyne *et*

al., 2010) y los estudios sobre la efectividad a largo plazo de los programas de preparación sobre el trabajo de campo en la enseñanza de la biología, incipientes (Ateskan y Lane, 2016). Haciendo referencia particularmente a la biología, las pocas investigaciones que se encuentran corresponden a su enseñanza en educación secundaria, tanto a nivel anglosajón como latinoamericano (Alarcón y Piñeros, 1989; Cutter, 1993; Mick, 1996; Grandi y Motokane, 2014; Gómez, 2014; Flórez y Gaitán, 2015), que abordan principalmente la enseñanza de conceptos biológicos específicos junto con el desarrollo de algunas destrezas y generación de actitudes científicas. En relación con el profesorado de biología, los estudios se han centrado en la indagación de las concepciones de los docentes en ejercicio sobre estas actividades (Dourado, 2006; Nunes y Dourado, 2009; Costillo *et al.*, 2014). En cuanto a la formación inicial de profesores de biología, se destacan los trabajos de Rodrigo *et al.* (1999) y Magntor y Helldén (2005). El ámbito de la formación docente, tanto inicial como continuada, sobre el desarrollo de prácticas de campo en el marco de la enseñanza de la biología sigue siendo una amplia línea de investigación.

¿CUÁL ES LA SITUACIÓN DE LOS ANIMALES “POCO CARISMÁTICOS”?

En un país como Colombia que posee una amplia diversidad biológica existente a lo largo del territorio nacional y que habita en los diferentes pisos térmicos, toma vital importancia los trabajos que se vienen desarrollando en el ámbito de la enseñanza de la biología, específicamente aquellos relacionados con el estudio de la biodiversidad para la conservación. Sin embargo, los que resultan siendo más atractivos están inclinados a trabajos investigativos relacionados con animales vertebrados, identificando aspectos que hacen evidenciar el notable desconocimiento que surge sobre animales poco carismáticos como invertebrados, reptiles, anfibios, grupo reducido de mamíferos, entre otros, respecto a su biología y ecología en los diferentes escenarios naturales (Losey y Vaughan, 2006; New, 2011; Prokop *et al.*, 2016). Ahora, esta predominancia de conservar especies estéticamente más llamativas para un público en general ha sido una de las grandes causales de los escasos esfuerzos necesarios para incentivar a la población en general hacia la conservación de especies catalogadas como “no carismáticas” a raíz de las concepciones y actitudes reduccionistas que poseen acerca de estos grupos de animales que

tienen una amplia importancia biológica en los diferentes ecosistemas que habitan (Snaddon *et al.*, 2008). Estos animales producen en las personas distintos tipos de aversiones como asco, miedo, temor, odio, rechazo, disgusto, entre otros, en primera medida por su apariencia física, pero también por otros aspectos relacionados con el poco conocimiento acerca de ellos, como la presencia o ausencia de veneno, su comportamiento y peligrosidad; en la mayoría de casos estos son los principales motivos de la amenaza latente hacia la preservación de ese tipo de organismos.

Existen algunos trabajos investigativos que sustentan lo mencionado anteriormente, puesto que en ciertos casos se hace evidente que cierto tipo de animales poseen preferencia de protección por parte de las personas, como las aves y los mamíferos mayoritariamente en mayor proporción a otros grupos de animales como reptiles, insectos, artrópodos y anfibios. Esto ocurre a raíz de aspectos morfológicos, como las coloraciones aposemáticas en comparación a animales que poseen colores crípticos, aspectos que influyen de gran manera a la popularización de las especies con dichas características para promover su protección (Prokop y Fančovičová, 2013). Otro estudio que se realizó con estudiantes entre los diez y los trece años nos muestra que aquellos animales que presentan una postura peligrosa o de agresividad contribuyen de manera significativa a la retención de información acerca de las diferentes especies, pero influyen de manera negativa en el interés de protegerlo. Así, algunos textos muestran en imágenes animales en posturas agresivas o en los medios de comunicación se difunde material cinematográfico en el que se focaliza ese tipo de aspectos, acompañados de comportamientos que no son predominantes en diferentes especies de insectos y arácnidos, como se muestran en películas como *La momia: el retorno* del 2001, y en el caso de las serpientes como *Serpientes a bordo* del 2006 y la franquicia de *Anaconda* que se emitió desde 1997 hasta el 2015. Estas percepciones vienen siendo alimentadas por las diferentes culturas, creencias y tradiciones establecidas en cada sociedad, las cuales han sido transmitidas de generación en generación a lo largo de la historia. Sin embargo, no sucede estrictamente así en todos los casos y pueden haber acontecimientos o diferentes situaciones que generen una progresión en sus concepciones para tener una aproximación más deseable, lo cual puede repercutir en actitudes conservacionistas (Almeida *et al.*, 2017).

Además, este tipo de desinterés y apatía hacia la conservación de animales poco agradables depende de otros factores como el sexo, la cultura, la edad, el nivel socioeconómico, entre otros (Baynes-Rock, 2017; De Oliveira *et al.*, 2019; De Oliveira *et al.*, 2019), lo cual tiene una gran relevancia en las implicaciones hacia la conservación, sobre todo cuando existe un sesgo acerca de la biología de estos organismos y no hay una postura de conciencia crítica, evidenciando la necesidad de originar procesos de reconstrucción del conocimiento a partir de procesos escolares.

Por otro lado, tomando como referencia la educación formal que reciben niños y adolescentes, se evidencian las diferentes concepciones e ideas de animales con los que normalmente tienen algún tipo de interacción en sus contextos. Cuando estas percepciones son negativas por el desconocimiento y las ideas alternativas, surge un conflicto de conceptos con aspectos de la naturaleza científica debido a las indebidas interpretaciones relacionadas al conocimiento biológico. Así, se destaca la importancia que tienen los diferentes procesos de alfabetización científica en la contribución de la reconstrucción de las concepciones para mejorar los procesos de comprensión de diferentes aspectos biológicos (Prokop *et al.*, 2009; Almeida *et al.*, 2017). Sin embargo, para que estos procesos tengan un aporte significativo en disminuir la brecha relacionada con el desconocimiento y las posturas negativas hacia los animales no carismáticos, se deben implementar diferentes estrategias, como las salidas de campo que han tenido un gran impacto en este ámbito. El rol del profesorado en este tipo de situaciones es fundamental: deben tener la capacidad de diseñar estrategias en las que se pueden articular la teoría con la práctica científica, sin dejar de un lado el contexto, las actitudes y los intereses del estudiantado, para potencializar habilidades y destrezas encaminadas a la construcción de un conocimiento científico escolar. De esta manera, se demuestra una inclinación de conciencia y visión críticas basadas en una sólida argumentación implementando diferentes estrategias didácticas en su quehacer docente, lo cual incentiva cambios de perspectivas con problemáticas del contexto socioambiental (García *et al.*, 2020).

A pesar de que en los procesos de formación existan algunas dificultades en el conocimiento de contenido didáctico de algunos docentes relacionadas a cómo enseñar en escenarios naturales, evi-

denciando concepciones reduccionistas acerca de las implicaciones didácticas de las salidas de campo (Amórtegui, Gavidia y Mayoral, 2020), se han realizado algunas propuestas que han contribuido de manera significativa a la reducción de posturas negativas frente a algunos animales poco carismáticos que son catalogados en ciertos casos como plagas (en el caso de insectos). En algunos estudios en los que se han llevado a cabo diferentes actividades prácticas con animales como cochinillas, caracoles, anfibios y otros catalogados como impopulares, se ha demostrado que existe una significativa reducción en la sensibilidad a las aversiones que pueden ocasionar estos individuos en un momento inicial sin interacción o cercanía a ellos. Así mismo, se evidencian grandes aportes a la construcción del conocimiento científico escolar, mejorando los procesos de aprendizaje y la retención de información de los organismos con los cuales han trabajado. Dichas experiencias en entornos naturales pueden aportar cambios actitudinales significativos ya que es en los lugares donde mayor incidencia tienen (Prokop y Fančovičová, 2018; Costillo *et al.*, 2014).

Por otro lado, en Colombia se han planteado diferentes propuestas lideradas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en programas de conservación y planes de manejos de algunos grupos de animales como el oso andino, las tortugas marinas, el caimán llanero, las dantas, los felinos, los primates, las serpientes, las aves emblemáticas como el cóndor, los mamíferos acuáticos y otros grupos de fauna y flora específicos; algunos han tenido mayor trascendencia y otros diferentes altibajos que interfieren con el desarrollo de su objetivo principal. Esto nos hace notar que estas propuestas están focalizadas en su mayoría a especies de mamíferos y aves, lo cual muestra la falta de normativas y apoyo por parte de los entes territoriales en propuestas de educación ambiental encaminadas a animales que también tienen una significativa riqueza, como insectos, arañas, escorpiones, otros artrópodos, anfibios, entre otros. Sin embargo, ante la ausencia de programas y planes de acción focalizados a dichas especies, en el Semillero de Investigación ENCINA se viene desarrollando dentro la línea de investigación “Enseñanza de la biología” diferentes propuestas didácticas que han tenido un aporte significativo en la promoción para la conservación y protección de grupos de animales como murciélagos (Rivera, 2016), arañas (Guevara, Quiroga,

González y Amórtegui, 2018), esquizómidos (Perdomo-Muñoz *et al.*, 2018), y artrópodos (Rubiano *et al.*, 2019; Berjan *et al.*, 2020).

¿CUÁLES SON ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES?

Las prácticas de campo adquieren un valor especial en la enseñanza y el aprendizaje de la biología pues permiten al alumnado abordar su objeto de estudio, “lo vivo”, lo más cerca posible a sus condiciones naturales, con una perspectiva sistémica y holística. De esta manera, pueden comprender las relaciones que conforman el fenómeno viviente en conjunto con su ambiente, potenciar el aprendizaje del conocimiento biológico, las destrezas y las habilidades del trabajo de campo y, sobre todo, adquirir actitudes sobre el cuidado de los ecosistemas. Pese a esto, son escasas las investigaciones sobre la incidencia de las prácticas de campo en la formación inicial del profesorado y más aún en la construcción de su saber profesional docente. En tal sentido, destacamos que, en términos del desarrollo profesional, es necesario que la formación inicial del profesorado incluya las prácticas de campo, y entienda la necesidad de su planificación, la participación en ellas y la evaluación en su currículo de aprendizaje.

Por otra parte, la comprensión de la diversidad biológica demanda un arduo trabajo docente y educativo, más aún en un país considerado megadiverso. Además del desarrollo de competencias conceptuales y habilidades relacionadas con el trabajo científico, se trata de que el estudiantado adquiera actitudes, comportamientos y valoraciones positivas sobre dicha biodiversidad, de tal manera que le permita tomar posturas y generar acciones críticas hacia la solución de las problemáticas que afectan el cuidado de la biodiversidad.

Por último, consideramos que una interesante y potente propuesta es abordar la enseñanza y el aprendizaje sobre los animales “poco carismáticos” por su alto valor ecológico, su elevada riqueza y abundancia, y las actitudes negativas tan ampliamente difundidas en las escuelas. Aquí hemos llevado a cabo diversas estrategias con grupos específicos de organismos diseñadas, implementadas y evaluadas en el contexto de instituciones educativas oficiales rurales de varios municipios del departamento del Huila.

REFERENCIAS

- Alarcón, Y. y Piñeros, I. (1989). *Las salidas de campo como un recurso pedagógico. Modelo de una salida* [tesis de pregrado inédita]. Universidad de la Salle.
- Almedia, A., García Fernández, B. y Silva, T. (2017). Changing negative perceptions of animals through teaching practice: A research in primary education. *Journal of Baltic Science Education*, 16(4), 446-458. <https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.446>
- Amórtegui, E. y Correa, M. (2012). *Las prácticas de campo planificadas en el proyecto curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Caracterización desde la perspectiva del conocimiento profesional del profesor de biología*. Universidad Pedagógica Nacional/Fundación Francisca Radke.
- Amórtegui, E. y Gavidia, V. (2018). *Innovación y reflexiones en la enseñanza de la biología: una experiencia entre Colombia y España*. Editorial Universidad Surcolombiana.
- Amórtegui, E., Gavidia Catalan, V. y Mayoral García-Berlanga, O. (2020). Progresión de las ideas del profesorado en formación sobre las prácticas de campo en una secuencia de aprendizaje. *Revista Contexto & Educação*, 35(111), 259-271. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2020.111.259-271>
- Amórtegui, E., Mayoral, O. y Gavidia, V. (2017). Aportaciones de las prácticas de campo en la formación del profesorado de biología: un problema de investigación y una revisión documental. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 32, 153-169. <https://doi.org/10.7203/dces.32.9940>
- Amórtegui, E. y Mosquera, J. (2018). Aportaciones de la práctica pedagógica en la construcción del conocimiento del profesor. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 43, 47-65. <https://doi.org/10.17227/ted.num43-8651>.
- Amórtegui, E., Mosquera, J., Quiroga, A., Dussan, G., Bernal, J. y Dussan, N. (2016). Construcción del conocimiento del profesor de ciencias: un estudio de caso en el marco de la práctica pedagógica de la Universidad Surcolombiana. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (Extra), 632-639.
- Anwar, Y., Rustaman, N. y Widodo, A. (2014). *Hypothetical model to developing pedagogical content knowledge (PCK) prospective biology teachers in consecutive approach*. *International Journal of Science Research*, 3(12), 138-143.

- Ateşkan, A. y Lane, J. (2016). Promoting field trip confidence: Teachers providing insights for pre-service education. *European Journal of Teacher Education*, 39(2), 190-201. <https://doi.org/10.1080/02619768.2015.1113252>
- Ballantyne, R., Anderson, D. y Packer, J. (2010). Exploring the impact of integrated fieldwork, reflective and metacognitive experiences on student environmental learning outcomes. *Australian Journal of Environmental Education*, 26, 47-64. <https://doi.org/10.1017/S0814062600000823>
- Banet, E. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico. En J. Perales y P. Cañal (Coord.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 449-478). Marfil.
- Banet, E. (2010). Finalidades de la educación científica en educación secundaria: aportaciones de la investigación educativa y opinión de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 199-213.
- Barnett, J. y Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Teacher Education*, 85(4), 26-453. <https://doi.org/10.1002/sce.1017>
- Baynes-Rock, M. (2017). Human perceptual and phobic biases for snakes: A review of the experimental evidence. *Anthrozoos*, 30(1), 5-18. <https://doi.org/10.1080/08927936.2017.1270584>
- Behrendt, M. y Franklin, T. (2014). A review of research on school field trips and their value in education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(3), 235-245. <https://doi:10.12973/ijese.2014.213>
- Berján, P. B., Reyes, L. T., González, J. C. y Amórtegui, E. F. (2020). *Opiniones y sensaciones que construye el estudiantado sobre los artrópodos: Aproximaciones desde la educación secundaria de la región sur de Colombia [archivo de vídeo]*. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=h hhPPvs0Src&feature=emb_title
- Bermúdez, G., De Longhi, A., Díaz, S. y Gavidia, V. (2014). La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria española. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 285-302. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1129>
- Berry, A., Friedrichsen, P. y Loughran, J. (Eds.). (2015). *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*. Routledge.

- Brody, M. (2005). Learning in nature. *Environmental Education Research*, 11(5), 603-621. <https://doi.org/10.1080/13504620500169809>
- Calero, M., Mayoral, O., Ull, À. y Vilches, A. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 157-175.
- Carlsen, W. (1993). Teacher knowledge and discourse control: Quantitative evidence from novice biology teachers' classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5), 471-481. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300506>
- Carlsen, W. (1999). Domains of teacher knowledge. En J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge. The construct and its implications for science education* (pp. 133-144). Kluwer Academic Publishers.
- Carrasquer, J., Gil, M. y Cortés, L. (2006, 24-26 marzo). Educación ambiental, desarrollo sostenible. ¿Mera retórica o son posibles? [ponencia]. *III Jornadas de Educación Ambiental de la Comunidad Autónoma de Aragón*. Zaragoza, España.
- Castrillón, G., Salazar, S. A., Amórtégui, E. F. y Palacino, F. (2015). *Diversidad de odonatos en el Centro de Investigación y Educación Ambiental "Latribuna", Neiva Huila*. Editorial Universidad Surcolombiana.
- Castro J. y Valbuena, É. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la biología escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 126-145. <http://dx.doi.org/10.17227/ted.num22-385>
- Castro J. y Valbuena, É. (2018). Algunas relaciones entre la autonomía de la biología y la emergencia de su didáctica: consideraciones sobre la complejidad de enseñar una ciencia compleja. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(2), 267-282.
- Chevallard, Y. (1998). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. AIQUE Grupo Editor.
- Costillo, E., Borrachero, A., Villalobos, A., Mellado, V. y Sánchez, J. (2014). Utilización de la modelización para trabajar las salidas al medio natural en profesores en formación de educación secundaria. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 7(13), 165-175. <http://dx.doi.org/10.17227/20271034.vol.7num.13biografia165.175>
- Cutter, E. (1993). Fieldwork: An essential component of biological training. *Journal of biological education*, 27(1), 3-4.

- De Oliveira, J. V., Lopes, S. F., Barboza, R. R. D., Duarte Barboza, R. R., De Melo Brito Trovão, D. M., Ramos, M. B. y Alves, R. R. N. (2019a). Wild vertebrates and their representation by urban/rural students in a region of northeast Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 15(1), 1-23. <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0283-y>
- De Oliveira, J. V., Lopes, S. F., Barboza, R. R. D., Duarte Barboza, R. R. y Alves, R. R. N. (2019b). To preserve, or not to preserve, that is the question: Urban and rural student attitudes towards wild vertebrates. *Environment, Development and Sustainability*, 21(3), 1271-1289. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0083-5>
- Del Carmen, L. y Pedrinaci E. (1997). El uso del entorno y el trabajo de campo. En L. Del Carmen (Coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria* (pp. 133-154). Editorial Horsori.
- Del Toro, R. y Morcillo, J. (2011). Las actividades de campo en educación secundaria. Un estudio comparativo entre Dinamarca y España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 39-47.
- Dourado, L. (2006). Concepções e práticas dos professores de ciencias naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 192-212.
- Fernández, R., Rodríguez, L. y Carrasquer, J. (2006, 24-26 de marzo). El conocimiento de las actitudes ambientales: una buena base para mejorar las conductas hacia el medio ambiente. *III Jornadas de Educación Ambiental de la Comunidad Autónoma de Aragón*. Zaragoza, España.
- Fernández, R., Rodríguez, L. y Casal, M. (1999). Relationship between ecology fieldwork and student attitudes toward environmental protection. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 431-453.
- Flórez, J. y Gaitán, E. (2015). *Enseñanza de la avifauna a través de salidas de campo en estudiantes de grado cuarto y quinto de primaria de la Institución Educativa Guacirco sede Peñas Blancas, (Vereda Peñas Blancas, Neiva, Huila, Colombia)* [tesis de pregrado inédita]. Universidad Surcolombiana.
- Friedrichsen, P., Abell, S., Pareja, E., Brown, L., Lankford, M. y Volkman, M. (2009). Does teaching experience matter? Examining biology teachers' prior knowledge for teaching in an alterna-

- tive certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 357-383. <https://doi.org/10.1002/tea.20283>
- García Ferrandis, I., Colomer Rubio, J. C., Mayoral Gracia-Berlanga, O. y Amórtegui Cedeño, E. F. (2020). Contribución de las salidas educativas al cambio de percepción del entorno en la formación del profesorado. *Aula de Encuentro*, 22(1), 111-140. <https://doi.org/10.17561/ae.v22n1.5>
- García, J. y Martínez, F. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 175-184.
- Gavidia, V. (2005). Los retos de la divulgación y enseñanza científica en el próximo futuro. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 19, 91-102. <https://doi.org/10.7203/dces..2443>
- Gavidia, V. (2008). Las actitudes en la educación científica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 53-66. <https://doi.org/10.7203/dces..2420>
- Gavidia, V. y Cisterna, M. (2000). Dimensión medioambiental de la ecología en los libros de texto de la educación secundaria obligatoria española. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 14, 53-67 <http://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/2925>
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. En A. Berry, P. Friedrichsen y J. Loughran, *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28-42). Routledge.
- Gess-Newsome, S. y Lederman, N. (1993). Preservice biology teachers' knowledge structures as a function of professional teacher education: A year-long assessment. *Science Education*, 77(1), 25-45. <https://doi.org/10.1002/sce.3730770103>
- Gess-Newsome, S. y Lederman, N. (1995). Biology teachers' perceptions of subject matter structure and its relationship to classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 301-325. <https://doi.org/10.1002/tea.3660320309>
- Gómez, M. (2014). Las prácticas de campo una estrategia didáctica para conservar el ecosistema de páramo desde el estudio eco fisiológico del frailejón (Asteraceae: Espeletia). *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, (Extra), 446-445.
- Gómez Cubillos, D. L., Herrera Polania, J. F., Mosquera, J. A. y Amórtegui Cedeño, E. F. (2018, septiembre). *Concepciones sobre*

ofidiofauna por formadores y estudiantes de una institución educativa rural del sur de Colombia [ponencia]. VII Encontro Nacional de Ensino de Biología y I Encontro Regional de Ensino de Biología-Norte.

- Grandi, L. y Motokane, M. (2014). As interações discursivas e a construção de argumentos: investigando um trabalho de campo. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (Extra), 504-510.
- Großschedl, J., Harms, U., Kleickmann, T. y Glowinski, I. (2015). Pre-service biology teachers' professional knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 26(3), 291-318. <https://doi.org/10.1007/s10972-015-9423-6>
- Guevara, S., Quiroga, A., González, J. C. y Amórtegui, E. F. (2018). Arañas lobo: una estrategia didáctica para la enseñanza de la ecología en estudiantes de educación secundaria. En E. F. Amórtegui y V. Gavidia (Ed.), *Innovación y Reflexiones en la Enseñanza de la Biología* (pp. 51-60). Editorial Universidad Surcolombiana.
- Hamilton-Ekeke, J. (2007). Relative effectiveness of expository and field trip methods of teaching on students' achievement in ecology. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1869-1889. <https://doi.org/10.1080/09500690601101664>
- Jiménez, M. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En: M. P. Jiménez Aleixandre (Coord.), *Enseñar ciencias* (pp. 119-146). Grao.
- Lavie Alon, N. y Tal, T. (2015). Student self-reported learning outcomes of field trips: The pedagogical impact. *International Journal of Science Education*, 37(8), 1279-1298. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1034797>
- Lavie Alon, N. y Tal, T. (2016). Teachers as secondary players: Involvement in field trips to natural environments. *Research in Science Education*, 47(4), 869-877. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9531>
- Losey, J. y Vaughan, M. (2006). The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*, 56(4), 311-323.
- Magntorn, O. y Helldén, G. (2005). Students' ability to read nature. Reflections on their own learning in ecology. *International Journal of Science Education*, 27(10), 1229-1254. <https://doi.org/10.1080/09500690500102706>
- Magntorn, O. y Helldén, G. (2007). Reading new environments: Students' ability to generalize their understanding between dif-

- ferent ecosystems. *International Journal of Science Education*, 29(1), 67-100. <https://doi.org/10.1080/09500690600708543>
- McLaughlin, J. y Johnson, D. (2006). Assessing the field course experiential learning model: Transforming Collegiate short-term study abroad experiences into rich learning environments. *The Interdisciplinary Journal of Study Abroad*, XVIII, 65-85.
- Mellado, V. (2011). Formación del profesorado de ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica. En P. Cañal (Coord.), *Biología y geología. Investigación, innovación y buenas prácticas* (pp. 9-26). Graó.
- Mick, N. (1996). Practical work in school biology evaluation, distortion, and deception. *Journal of Biological Education*, 30(2), 83-87. <https://doi.org/10.1080/00219266.1996.9655482>
- Morag, O. y Tal, T. (2012). Assessing learning in the outdoors with the field trip in natural environments (FiNE) framework. *International Journal of Science Education*, 34(5), 745-777. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.599046>
- Morag, O., Tal, T. y Rotem-Keren, T. (2013). Long-term educational programs in nature parks: characteristics, outcomes and challenges. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(3), 427-449. <http://dx.doi.org/10.12973/ijese.2013.213a>
- Moreno, L., Andrade, G. y Ruíz-Contreras, L. (2016). *Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Morse-Jones, S., Bateman, I. J., Kontoleon, A., Ferrini, S., Burgess, N. D. y Turner, R. K. (2012). Stated preferences for tropical wildlife conservation amongst distant beneficiaries: Charisma, endemism, scope and substitution effects. *Ecological Economics*, 78, 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.11.002>
- Mthethwa-Kunene, E., Oke, G. y De Villiers, R. (2015). Exploring biology teachers' pedagogical content knowledge in the teaching of genetics in Swaziland science classrooms. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1140-1165. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1022624>
- Myers, N. (2003). Biodiversity hotspots revisited. *BioScience*, 53(10), 96-707. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[0916:BHR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0916:BHR]2.0.CO;2)

- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., Da Fonseca, G. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- New, T. R. (2011). Launching and steering flagship Lepidoptera for conservation benefit. *Journal of Threatened Taxa*, 3(6), 1805-1817.
- Nunes, I. y Dourado, L. (2009). Concepções e práticas de professores de biologia e geologia relativas à implementação de acções de educação ambiental com recurso ao trabalho laboratorial e de campo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 671-691.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. A/69/L85. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S
- Park, S. y Chen, Y. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941. <http://doi.org/10.1002/tea.21022>
- Park, S. y Oliver, S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6>
- Perdomo-Muñoz, A. C., Valenzuela, J. C. y Amortegui Cedeño, E. F. (2018). ¿Cómo contribuye el uso de los esquizómidos en la enseñanza-aprendizaje de la ecología de los arácnidos? un estudio en educación primaria [ponencia]. Edición Especial Memorias IV Congreso de Investigación en Educación, en Ciencias y Tecnología.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias*. Díada.
- Prokop, P. y Fančovičová, J. (2013). Does colour matter? The influence of animal warning coloration on human emotions and willingness to protect them. *Animal Conservation*, 16(4), 458-466. <https://doi.org/10.1111/acv.12014>
- Prokop, P. y Fančovičová, J. (2018). Effects of hands-on activities on conservation, disgust and knowledge of woodlice. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3), 721-729. <https://doi.org/10.12973/ejmste/80817>

- Prokop, P., Fančovičová, J. y Kubiátko, M. (2009). Vampires are still alive: Slovakian students' attitudes toward bats. *Anthrozoös*, 22(1), 19-30.
- Prokop, P., Medina-Jerez, W., Coleman, J., Fancovicová, J., Özel, M. y Fedor, P. (2016). Tolerance of frogs among high school students: Influences of disgust and culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(6), 1499-1505. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1241a>
- Rennie, L. (2014). Learning science outside of school. En N. Lederman y S. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 120-144). Routledge.
- Rivera, S. (2016). *Enseñanza y aprendizaje de la quiropteroфаuna a través del diseño y aplicación de una unidad didáctica dirigida a estudiantes de octavo grado de la institución educativa técnico superior*. Universidad Surcolombiana.
- Rivera, S. y Amórtegui, E. (2018). ¿Los murciélagos son los amos de la noche? Una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje en torno a la quiropteroфаuna. En E. F. Amórtegui Cedeño y V. Gavidia Catalán (Eds.), *Innovación y reflexiones en la enseñanza de la Biología: una experiencia entre Colombia y España* (p. 224). Editorial Universidad Surcolombiana.
- Rodrigo, M., Morcillo, J., Borges, R., Calvo, A., Cordeiro, N., García, F. y Raviolo, A. (1999). Concepciones sobre el trabajo práctico de campo (rpc): una aproximación al pensamiento de los futuros profesores. *Revista Complutense de Educación*, 10(2), 261-285.
- Romero, M., Cabrera, E. y Ortíz, N. (2008). *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rozensajn, R. y Yarden, A. (2014). Expansion of biology teachers' pedagogical content knowledge (pck) during a long-term professional development program. *Research in Science Education*, 44(1), 189-213. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9378-6>
- Rubiano Cardona, I. T., Berjan Bahamon, P. A., Reyes Valderrama, L. T., González-Gómez, J. C. y Amórtegui Cedeño, E. F. (2019). Relaciones ecológicas y artrópodos. Una revisión documental sobre su empleo como medio didáctico. *Bio-grafía*, (Extra), 1722-1734. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/11156>

- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching. Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23.
- Sloan, S., Jenkins, C., Joppa, L., Gaveau, D. y Laurance, W. (2014). Remaining natural vegetation in the global biodiversity hotspots. *Biological Conservation*, 177, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.05.027>
- Snaddon, J. L., Turner, E. C. y Foster, W. A. (2008). Children's perceptions of rainforest biodiversity: Which animals have the lion's share of environmental awareness? *PLoS ONE*, 3(7), 1-5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002579>
- Solbes, J., Monserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117. <https://doi.org/10.7203/dces..2428>
- Tal, T., y Morag, O. (2009). Reflective practice as a means for preparing to teach outdoors in an ecological garden. *Journal of Science Teacher Education*, 20(3), 245-262. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9131-1>
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. P. Manzano (Trad.). Narcea.
- Tardif, M. y Lessard, C. (2014). *O oficio de profesor. História, perspectivas e desafios internacionais*. Editora Vozes.
- Ull, M.A., Piñero, A., Martínez-Agut, M. y Aznar, P. (2014). Preconcepciones y actitudes del profesorado de Magisterio ante la incorporación en su docencia de competencias para la sostenibilidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 91-112.
- Valbuena, E. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la universidad pedagógica nacional (Colombia)* [tesis de doctorado inédita]. Universidad Complutense de Madrid.
- Valbuena, É., Gutiérrez, A., Correa, M. y Amórtegui, E. (2009). Procesos formativos que favorecen la construcción del conocimiento profesional del profesor en futuros docentes de Biología. *Revista Colombiana de Educación*, 56, 156-179.
- Valenzuela, J. C., González, J. C., Lacava, M., García, L. F. y Amórtegui, F. E. (2015). *Arácnidos del Parque Nacional Natural Cueva de los Guacharos*. Editorial Universidad Surcolombiana.

- Veal, W. y Kubasko, D. (2003). Biology and geology teachers' domain-specific pedagogical content knowledge of evolution. *Journal of Curriculum and Supervision*, 18(4), 334-352.
- Vilches, A. (2015). La educación para la sostenibilidad: una componente esencial en la formación del profesorado. En T. Ramiro-Sánchez y M. Ramiro (Coords.), *Avances en ciencias de la educación y del desarrollo* (pp. 613-618). Universidad de Granada.
- Wass, S. (1990). *Salidas escolares y trabajo de campo en la educación primaria*. Morata Ediciones.



Universidad Pedagógica Nacional

Editado por el Grupo Interno de Trabajo Editorial.

Derivada de la XIII versión de la Cátedra Doctoral en Educación y Pedagogía, del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE), sede Universidad Pedagógica Nacional, la presente compilación de artículos es el fruto de investigaciones y reflexiones en torno al conocimiento, la valoración, el uso responsable y la conservación de la biodiversidad. En este volumen, el público lector encontrará una serie de artículos que plantean propuestas e interrogantes a propósito de las nociones epistemológicas sobre la biodiversidad; las problemáticas mundiales y políticas internacionales asociadas a ella, las posibles relaciones entre esta, la educación y la cultura; así como diversos aspectos relacionados con su enseñanza. La amplitud de enfoques y de disciplinas interrelacionadas en su escritura hacen de esta obra un aporte fundamental al debate contemporáneo sobre la biodiversidad y sus implicaciones en diferentes ámbitos sociales.