Cuando se reconoce la gran variedad de formas de vida que existen en el planeta, se intenta explicar su origen, por ende la conceptualización de la evolución es crucial para entender la diversidad en la vida.

Fuente: Universidad Pedagógica Nacional
- DBI - Unidad de Producción Audiovisual.
Luis Carlos Romero.

ASPECTOS HISTÓRICOS Y EPISTEMOLÓGICOS DEL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD

Historical and epistemological aspects
about the biodiversity concept

Sergio Giovanni Gutiérrez Hernández¹

Fecha de recepción: 05 de junio de 2013

Fecha de aprobación: 10 de julio de 2013

Resumen

El término *biodiversidad* se utiliza actualmente en diferentes contextos, entre los que se destacan el biológico, el político y el económico; este concepto implica diferentes enfoques y disciplinas científicas que aluden al problema de la extinción de gran parte de la diversidad de formas de vida en el planeta. Para que el concepto sea comprendido desde todas sus dimensiones se hace necesario rastrear las bases históricas y epistemológicas que permitieron su emerger, siendo estas el tema central del presente ensayo. Aunado a lo anterior se propone la enseñanza del concepto de biodiversidad a partir de una mirada holística y no segmentada, que reconozca el devenir histórico y permita abordarlo como eje estructurante y no como temática independiente.

Palabras clave: biodiversidad, historia, epistemología, enseñanza.

Abstract

The concept of biodiversity is used in different contexts nowadays, among them the biological, political, and economical ones are highlighted; this concept implies different approaches and scientific disciplines that refer to the problem of extinction in large part of life forms diversity in the planet. So that the concept can be understood from all its dimensions, it is necessary to follow the trail of the historical and epistemological bases allowed its emergence. Being these the main topic of this essay. Likewise, it is proposed the teaching of the biodiversity concept from a holistic and non-segmented point of view, that recognizes the historical happening and allows to tackle it as a structural axis and not as an independent subject.

Keywords: Biodiversity, History, Epistemology, Teaching.

¹ Lic. Biología Universidad Pedagógica Nacional, Estudiante de Maestría Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Docente de Ciencias naturales y educación ambiental secretaria de educación de Cundinamarca Correo electrónico: sgutierrezh@unal.edu.co

INTRODUCCIÓN

El concepto de *biodiversidad* surge de bases históricas y epistemológicas; el presente ensayo busca reconocer algunas de ellas, caracterizando cómo la idea de diversidad y extinción permearon el estudio de lo vivo, destacando cómo se dio lugar a varios cambios de paradigma que permitieron la formación de la biología como ciencia, donde la idea de evolución fue crucial para llegar a la postura actual de complejidad e interrelación.

El escrito destaca la extinción como un problema actual y resalta que para conocer la biodiversidad existen varios retos, uno de los más relevantes es la estimación de la cantidad de especies, relacionada directamente al uso de diferentes conceptos de especie.

Finalmente, se plantea la importancia de abordar el concepto de biodiversidad en la educación; además, se propone una mirada holística al utilizar este concepto como eje estructurante a la hora de interrelacionar temáticas en el currículo de biología.

Importancia del concepto de biodiversidad

La conservación de la biodiversidad es un tema fundamental en la actualidad y como tal ha adquirido relevancia en diferentes ámbitos de la actividad humana, pero quienes suelen referirse a ella en reuniones, congresos, conferencias, publicaciones especializadas y periódicos, no hablan de lo mismo e involucran distintos aspectos de la biodiversidad (Nuñez, Gaudiano y Barahona, 2003); pero a pesar de esta polisemia en significantes, el concepto remite a un problema fundamental de nuestro tiempo y es el constante empobrecimiento en la variedad de formas de vida en la biosfera (Pinillos, 2005).

El significante de biodiversidad, como lo conocemos actualmente, congrega diferentes enfoques y disciplinas científicas; además de ser un concepto teórico en pleno desarrollo, se ha convertido en un vocablo popular para científicos, políticos, celebridades y público en general (Aguilera y Silva, 1997).

Esta confluencia de enfoques le confiere la característica de ser un campo en construcción; según Toledo (1994) las demandas sociales y la búsqueda de solución de nuevos problemas suelen ser importantes incentivos para crear nuevos campos del conocimiento, toda vez que los campos y paradigmas existentes no están aportando respuestas a las necesidades que demandan las condiciones actuales de vida en el planeta; en donde el significante biodiversidad desempeña un papel crucial (Nuñez, Gaudiano y Barahona, 2003). Por tanto, es importante reconocer cual es el origen del concepto de biodiversidad, dado que la problemática asociada a la biodiversidad es una construcción conceptual propia de nuestro tiempo, que responde a una serie de eventos y cuestionamientos que la legitiman desde lo social y la alimentan desde lo científico (Pinillos, 2005).

La idea de la diversidad en lo vivo

Como primer punto de referencia es importante retomar a Platón y Aristóteles, dado que en estos autores se reconocen los orígenes de la discusión entre el estudio de lo estático e inmutable vs. lo dinámico y cambiante, siendo esto último la esencia de la diversidad.

Por ejemplo, la idea de cambio y diferencia para Platón no existe, como lo afirma Andrade (2009) al referirse a este filósofo:

[...] Si lo real son las ideas o formas inmutables, debemos negar la existencia del cambio, a pesar de lo que nos revelan los sentidos. Pensar en términos de esencias se convirtió en un obstáculo para aceptar el cambio de las formas (p. 12).

Pero en Aristóteles y sus estudios basados en organismos, se puede entrever que existen pequeños visos para entender el cambio de la forma, el cual se expresa en la visión teleológica de la naturaleza y las explicaciones de causas finales; sin embargo esta posición no fue muy aceptada en el desarrollo de la ciencia moderna. En la actualidad la postura de Aristóteles y sus explicaciones de causas finales o teleología es una herramienta metodológica que permite explicar una variedad de problemas del mundo vivo y superar el esencialismo platónico (Barahona y Torrens, 2004).

Sin embargo, el debate en torno al cambio de la forma, la diversidad, la transformación y por último la concepción de evolución surge, específicamente en el siglo XVIII, bajo la influencia de las ideas newtonianas y la visión mecánica

En la enseñanza de la biología es importante saber cómo abordar y organizar los conceptos a trabajar, de igual forma reconocer cuál es la historia de los mismos.

Fuente: Universidad Pedagógica Nacional - DBI - Unidad de Producción Audiovisual.
Luis Carlos Romero.

de la ciencia; en esta misma época, la idea platónica de “la gran cadena del ser” fue ampliamente aceptada (Andrade, 2009), además planteaba que todas las formas posibles de la naturaleza fueron creadas por Dios en una serie continua, que representaba la infinita plenitud del creador. Esta cadena se concebía como una jerarquía estática que empezaba con Dios y descendía a través de los ángeles, a los seres humanos, y de ellos a los animales hasta alcanzar las formas inferiores de vida. El vasto número de especies era fijo y no había cambiado desde la creación. Hasta aquí una visión de las especies biológicas que era compatible con la cosmovisión newtoniana (Andrade, 2009).

Sin embargo, Jean-Baptiste de Lamarck en su libro “Filosofía Zoológica” publicado en 1809 afirma que La vida se manifiesta en un proceso que va de la homogeneidad a la heterogeneidad (Andrade, 2009), rechaza la gran cadena del ser y la sustituye por el plan de la naturaleza; Lamarck da un avance conceptual importante y permite darle sustento a la biología como ciencia pero no reconoce ni distingue entre lo individual y lo poblacional. Según Andrade (2009), para explicar la biodiversidad desde las ideas Lamarckianas, es necesario asumir que la vida se origina en distintos momentos y lugares, y es un proceso que se repite continuamente, cada organismo producto de esta generación espontánea comienza su desarrollo y aumenta en complejidad dando paso al cambio (transformación), como este no es un proceso único, cada grupo de organismos se encuentra en un determinado punto de cambio, por tanto se observa diversidad en las formas de vida. Sin embargo, el Lamarckismo está limitado por el determinismo que se expresa como un

cambio ya preestablecido en las especies, por consiguiente en este esquema la vida es incapaz de exhibir su desbordante creatividad e innovación, al no generar nuevas especies, sino cambiar en torno a unos parámetros ya previamente establecidos que se basan en el aumento de la complejidad.

Otra de las grandes influencias y tal vez una de las más significativas para la idea de diversidad en las formas de vida, son los trabajos de Darwin en su obra clásica “El origen de las especies” y los aportes de Wallace (Andrade, 2009), quienes explicaban la diversidad de las especies como producto de la competencia por los recursos y la variación azarosa, siendo el producto de esta variación los individuos puestos a selección por el ambiente. La teorización de Darwin, en especial, fue fuertemente influenciada por los escritos del geólogo Charles Lyell (Sarukhan, 1998), quien afirmaba que las especies poseían una existencia real y cada una fue dotada, en el momento de su creación, con los atributos y la organización que la caracterizan y distinguen en la actualidad. En este punto es importante resaltar que ya no se considera las diferentes formas de vida como copias de esencias permanentes, ni como algo fijo, desde Lamarck la idea de cambio y evolución permea el discurso biológico, tomando relevancia con Darwin y Wallace quienes plantearon la teoría de selección natural, pasando de observar el individuo a concebir la población, definiendo las especies y la competencias sobre los recursos como motor de cambio.

Paralelo a este desarrollo intelectual en Europa, es importante también mencionar la influencia que tuvo el desarrollo de la geografía y la llegada de los españoles a América. No siempre se supo que existía un mundo tan diverso en formas de vida, en Europa, entre los años 1300 y 1350 hubo un acuerdo prácticamente general entre los escritores de textos sobre la naturaleza: “la Tierra cuenta con tres continentes, tres mares, doce vientos, cinco climas; su circunferencia forma el Ecuador, que atraviesa la zona tórrida”. Esto, en general, ocurrió con casi todas las culturas en cuanto cada una daba por hecho que el mundo era, de una u otra forma, igual a lo conocido en las fronteras y a lo vivido por ellas (Acopazoa, 2003). Los viajes, además de ampliar el conocimiento sobre las formaciones vegetales, contribuyeron al éxito de las ideas filosóficas acerca de la diversidad y la relatividad de las formas de pensamiento (Zumthor, 1994).

Limitándose al reino vegetal, en el siglo XVI el número de especies conocidas y descritas por los botánicos no superaba unos miles, y a finales del siglo XVII, Tournefort describió más de diez mil plantas y en 1833 se reconocieron cerca de cincuenta mil. En la actualidad, solo en especies animales se reconocen más de un millón, la mayoría de las cuales son insectos, y las estimaciones sobre la cantidad de especies pueden subir considerablemente (Acopazoa, 2003).

Junto al reconocimiento del cambio en las formas de vida como producto de procesos evolutivos y la amplia diversidad que se encontraba en el planeta Tierra, la extinción de las especies es un punto relevante para entender el aumento de la diversidad y los procesos de extinción como dos realidades de un mismo proceso.

Reconocimiento de la extinción y sus problemáticas

Por otra parte, la idea de extinción tiene un desarrollo paralelo al de diversidad, en un principio la extinción no era considerada, la posibilidad de extinción de las especies fue demostrada por la pérdida del toro salvaje (*Bos primigenius*; conocido también como "uro") de Europa en 1627 y la extinción del Dodó (*Raphuscuculatus*), un ave endémica de las islas Mauricio en la década de 1680 (Primack, 2010). Posteriormente, en el siglo XVIII, Lamarck acepta en su obra "Filosofía Zoológica" la idea de extinción, pero no como un proceso natural sino como una consecuencia de las acciones del hombre; finalmente se considera la extinción como parte del nacimiento, desarrollo y muerte de las especies, idea que se reforzó por el descubrimiento y estudio de los fósiles.

Teniendo en cuenta que la extinción de las especies es una posibilidad natural, y también una consecuencia de las acciones antrópicas sobre los ecosistemas, la biología busca cuantificarla y determinarla; actualmente el aumento de la tasa de extinción es considerado un enorme problema ambiental que pone en peligro la biosfera entera, por ejemplo, algunas especies clave al parecer son importantes en la determinación de la habilidad de otras para persistir dentro de la comunidad; estas especies clave son generalmente grandes carnívoros de primer orden, pero también pueden ser especies no conspicuas. De esta manera, la extinción de una especie en la actualidad no surge de forma aislada, dicha especie tiene diferentes interrelaciones con los factores de su ambiente, así la pérdida de una especie clave dentro de una comunidad, puede resultar en una cascada de extinciones de otras especies (Primack, 2010).

Cuando se reconoce la gran variedad de formas de vida que existen en el planeta, se intenta explicar su origen, por ende la conceptualización de la evolución es crucial para entender la diversidad en la vida, sin embargo también es importante reconocer que la extinción es un proceso natural de las especies y que la tasa de extinción aumentó considerablemente, convirtiéndose en una grave problemática. Por ejemplo, en Europa, el asunto de la protección de la vida silvestre comenzó a ser expresado ampliamente a finales del siglo XX, específicamente a comienzos de la década de 1970. Los científicos fueron conscientes de la inminente crisis de la diversidad biológica; la preocupación latente por el aumento de la tasa de extinción y sus consecuencias, da cabida al nacimiento de la biología de la conservación.

La biología de la conservación nace alrededor de 1980, debido a que las disciplinas tradicionales aplicadas al solo manejo de los recursos no resultaron lo suficientemente adecuadas para afrontar las amenazas a la diversidad biológica, esta disciplina combina biología aplicada y teórica, e incorpora ideas y habilidades de un amplio conjunto de campos por fuera de las ciencias naturales, con el objetivo de conservar la biodiversidad.

Por ejemplo, la legislación ambiental y la política proporcionan las bases para la protección gubernamental de especies raras y amenazadas así como de hábitats críticos. La ética ambiental da razones para la protección de las especies, las ciencias sociales, tales como la antropología, sociología y geografía, aportan ideas acerca de cómo la gente local puede ser estimulada y educada para proteger las especies presentes en su medio ambiente inmediato (Kellert, 2003; Primack, 2010; Wilson y Perlman, 2002).

En síntesis, la biología de la conservación es un campo científico integrado y multidisciplinario que se ha desarrollado en respuesta al reto de conservar las especies y los ecosistemas; esta disciplina tiene tres objetivos: el primero es documentar la totalidad de la diversidad biológica de la Tierra; el segundo es investigar el impacto humano sobre las especies, variación genética y ecosistemas, y por último, desarrollar métodos prácticos para evitar la extinción de las especies, manteniendo su diversidad genética, y protegiendo y restaurando las comunidades biológicas y las funciones de los ecosistemas asociados (Primack, 2010).

Pero para saber qué especies y ecosistemas conservar, y cuáles serían sus implicaciones éticas, económicas y políticas es necesario entender a cabalidad el concepto de biodiversidad, dado que ya no se refiere únicamente al número y cantidad de especies en los ecosistemas, sino a las interrelaciones y complejidad que subyacen entre las diferentes formas de vida, los ecosistemas y la especie humana como parte integrada de este gran entramado.

Formulación del concepto de biodiversidad

Como se expresó anteriormente, la conceptualización de la diversidad biológica está directamente relacionada con el desarrollo teórico de la evolución, sin embargo al interrelacionar los problemas de extinción y reconocer los aspectos económicos y culturales subyacentes, se abre el camino para que aparezca el vocablo de *biodiversidad*, el cual comenzó a forjarse en dos publicaciones, la primera fue escrita por Lovejoy en 1980, en un estudio del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por su sigla en inglés), y la segunda, Norse y McManus igualmente es este mismo año quienes elaboraron un capítulo para el XI Reporte Anual del Consejo en Calidad Ambiental. En ambas publicaciones, la biodiversidad se discutió a una escala global relacionándola con temas más amplios y no solamente con el aspecto biológico. La importancia de la biodiversidad, actual y potencial, quedó de manifiesto, y se reconoció que la actividad de los ecosistemas naturales provee lo que ahora se denomina servicios o funciones vitales para la salud del planeta (Nuñez, Gaudiano y Barahona, 2003).

Sin embargo, la forma condensada *biodiversidad* fue acuñada por Walter G. Rosen en 1985, durante la primera reunión para planear el Foro Nacional sobre Diversidad Biológica, que se llevó a cabo en Washington, D.C., bajo los auspicios de la Academia Nacional de Ciencias y el Instituto Smithsonian, en 1986. La memoria de ese evento fue editada por Wilson en 1988 bajo el título *Biodiversidad*, lo que propició la difusión de este término para su utilización; "el signifi-

cante 'biodiversidad' se integró rápidamente al vocabulario público. Conforme fue incorporándose a una gran variedad de marcos, su significado fue adaptándose a un uso más general con diferentes valores y perspectivas" (Weber y Schell, 2001, citados por Nuñez, Gaudiano y Barahona, 2003).

De acuerdo con lo planteado por Nuñez, Gaudiano y Barahona (2003), los primeros conceptos de biodiversidad eran más bien limitados en cuanto a su aplicación y se enfocaban principalmente a la pérdida de especies y a la deforestación tropical. Luego se utilizó una definición más amplia en las publicaciones científicas, con orientación política.

El concepto ahora abarca la variabilidad de genes, especies y ecosistemas, así como los servicios que proveen a los sistemas naturales y a los humanos. Por ejemplo: se define a la biodiversidad como toda variación de la base hereditaria en todos los niveles de organización, desde los genes en una población local o especie, hasta las especies que componen toda o una parte de una comunidad local, y finalmente en las mismas comunidades que componen la parte viviente de los múltiples ecosistemas del mundo (Wilson, 1988).

Según el convenio de diversidad biológica, la biodiversidad se define 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.

Analizando estos conceptos, es importante destacar que la biodiversidad tiene un sentido altamente biológico, sin embargo y como afirma Toledo (1994), los múltiples elementos que lo componen y sus variados significados suelen generar confusión limitando la utilidad del concepto. Apenas en la literatura científica anterior a 1980, la diversidad biológica aludía a la diversidad de especies en tanto característica estructural de los ecosistemas.

En conclusión se puede asumir que la biodiversidad es un concepto fundamental, complejo y general que abarca todo el espectro de organización biológica, desde genes hasta comunidades y sus componentes estructurales y funcionales, así como las escalas de espacio y tiempo (Toledo, 1994). Pero más allá de un concepto netamente biológico, la biodiversidad es un concepto holístico que integra aspectos culturales, políticos y económicos; gracias a la interdependencia del ser humano y la biota en la cual se desarrolla, "es posible inferir que la gran riqueza cultural todavía existente en distintas partes del mundo ha sido fundamental en las formas de valoración, percepción, mantenimiento, uso y conservación de la biodiversidad" (Heywood y Watson, 1995 citados por Nuñez, Gaudiano y Barahona, 2003).

El concepto de especie y la cuantificación de la biodiversidad

La base de la actual problemática de la biodiversidad se sienta en la cuantificación de especies y la determinación de la posibilidad de extinción de las mismas, por lo tanto es importante preguntarse: ¿cómo se puede cuantificar la

biodiversidad?, ¿cómo se puede determinar cuántas especies hay en algún ecosistema determinado?, ¿cuáles de estas especies tienen peligro real de extinción?, debido a que estas son cuestiones fundamentales para la biología de la conservación; de esta manera, valorar y utilizar la biodiversidad requiere a priori un conocimiento de ella. Catalogar la flora y la fauna del planeta y el mundo microbiano se ha convertido en una necesidad impostergable, aunque el conteo de especies a través del espacio y del tiempo siempre tenga una cierta ambigüedad (O'Hara, 1994, citado por Aguilera y Silva, 1997).

Como lo señalan Aguilera y Silva (1997), el concepto biodiversidad al mismo tiempo que se refiere a una extraordinaria dimensión de nuestro universo se apoya en otro concepto revolucionario y polémico de las ciencias biológicas: el concepto de *especie*. Se han propuesto varios conceptos de biodiversidad y muchos otros de especie, esta situación es el reflejo de la complejidad epistemológica del proceso científico.

Actualmente existen más de 20 conceptos diferentes de uso científico (Agapow, Bininda, Crandall, Gittleman, Mace, Marshall y Purvis, 2004), pero para efectos del estudio y reconocimiento de la diversidad biológica es importante retomar tres de ellos; el concepto morfológico de especie, el concepto biológico de especie y, por último, el concepto filogenético de especie.

A la hora de estimar in campo las especies y poblaciones presentes, existen problemas prácticos relacionados con varios fenómenos, como son la presencia de variación intra-específica, dimorfismo sexual, polimorfismo, presencia de especies crípticas, presencia de especies alopátricas y procesos de evolución convergente.

Si se utiliza el concepto morfológico de especie, no es posible reconocer muchos parámetros de distinción y las estimaciones que se realizan bajo este concepto dan como resultado menos especies por área, en comparación con el uso de los otros dos conceptos.

Por otra parte, el concepto biológico de especies propuesto por Mayr (2006), sugiere que una especie o una población natural es el conjunto de individuos que tiene el potencial de reproducirse entre sí y dejar descendencia fértil. Este concepto es uno de los más utilizados, sin embargo, y como lo señalan Agapow *et al.* (2004), llega a ser poco práctico, la determinación es lenta y costosa, en especial si se tienen organismos difíciles de observar en la naturaleza y difíciles de criar en el laboratorio. Otra crítica al concepto biológico de especie es que para los organismos asexuales es simplemente inaplicable.

Por último, el concepto filogenético de especie se basa en los avances moleculares, con los que busca y determina patrones de ascendencia y descendencia evolutiva. Este concepto es ampliamente aplicable en la práctica, por ejemplo a organismos asexuales y poblaciones alopátricas. Se ha argumentado que este concepto es más objetivo, ya que puede revelar las poblaciones morfológicamente carentes de interés, lo que lo convierte en un mejor indicador de la biodiversidad.

sidad (Soltis y Gitzendanner, 1999, citados por Agapow *et al.*, 2004). El uso cada vez más difundido de este concepto da lugar a un aparente aumento en el número de especies existentes, la producción de *nuevos* grupos con más áreas de distribución restringidas geográficas y disminución de la abundancia.

El estudio realizado por Agapow *et al.* (2004) muestra que existe un marcado incremento a la hora de catalogar las especies utilizando el concepto filogenético; por ejemplo, el mayor incremento en el número de especies fue en los hongos, con 300%; los líquenes con 259% y plantas con 146%. Entre los animales, los reptiles mostraron el mayor incremento (137%). Por otra parte, es sorprendente que grupos taxonómicamente bien estudiados como mamíferos, artrópodos y aves mostraron aumentos significativos y más o menos similares (87%, 77% y 88%, respectivamente).

Como lo afirman Aguilera y Silva (1997), los cambios en el concepto de especie efectivamente cambian la importancia de los diferentes grupos taxonómicos para identificar la biodiversidad de las regiones; en este momento de la reflexión podemos recapitular y enfatizar dos aspectos: la importancia de lo que se concibe como especie, y las decisiones y acciones de tipo práctico que involucra adoptar un determinado concepto, así como la delimitación de las unidades de estudio. Con relación a lo primero, este tema continuará siendo primordial en el desarrollo teórico de la biología evolutiva y básico para el desarrollo conceptual de la biodiversidad; con respecto al segundo, existen efectos prácticos en la conservación, legislación y economía, porque al aumentar la cantidad de especies, aumenta las especies catalogadas en peligro de extinción, siendo su abundancia y distribución mínimas, por ende los esfuerzos de conservación deben ser mayores.

Es importante resaltar que los lugares considerados megadiversos son en su mayoría países que dependen de los servicios ecosistémicos para satisfacer sus necesidades más básicas, lo que implica un alto riesgo en la destrucción o alteración de áreas de conservación; por otra parte, existe un ideal generalizado de desarrollo económico acelerado, a partir de la explotación desmedida de recursos naturales, por ejemplo la ampliación de la frontera agrícola en ecosistemas tan frágiles como los páramos o el desarrollo de minería en alta montaña, situaciones que conducen a la pérdida de biodiversidad y la búsqueda de un desarrollo económico que se basa en explotar el capital natural. Estos elementos constituyen un mismo círculo vicioso, de generación de pobreza y extinción.

Queda latente la pregunta de cómo cuantificar la biodiversidad para efectos prácticos de conservación, teniendo en cuenta que el número real de especies del planeta se desconoce, tras estimaciones que oscilan entre las 1,4 y 30 millones de especies (Wilson, 1992, citado por Aguilera y Silva, 1997). Además, cada día aparecen más informes en la literatura científica sobre la transferencia horizontal de genes, la cual ocurre entre organismos de la misma especie y hasta entre un filo y un reino. Adicionalmente, esta promiscuidad genética entre los organismos vivos lleva a la duda en el momento de definir el linaje de una especie.

La diversidad biológica se puede clasificar en tres sistemas jerárquicos: taxonómico, genético y ecológico (Aguilera y Silva, 1997); por consiguiente, no depende únicamente del inventario de especies para determinarla, también están los procesos ecosistémicos, las interrelaciones ecológicas, los procesos de co-evolución, el valor cultural, económico y estético presente. Como lo señalan Agapow *et al.* (2004), los recuentos de las especies son solo el primer paso para diagnosticar la biodiversidad, pero se debe valorar la biodiversidad con otros parámetros, como son el valor económico y estético, la presencia de endemismos y la diversidad genética.

Cambios de paradigma y emergencia del concepto biodiversidad

La historia de la vida en la Tierra se refleja en la biodiversidad presente; el reconocimiento de la diversidad biológica, los paradigmas existentes hacia esta y sus formas de explicación pasan por tres etapas, tal como lo señala Herrero (2008).

La primera etapa llega hasta mediados del siglo XVIII, y está ligada al reconocimiento del ambiente que rodea al ser humano; aquí se referencia el legado aristotélico basado en la observación del entorno natural, la tradición naturalista y el descubrimiento e intento de catalogar la biota del planeta.

La segunda etapa, posterior al siglo XVIII y finales del XX, está basada en las leyes de la química y la física, explica la vida desde el mecanicismo de acuerdo a los legados de Newton; en esta etapa el descubrimiento de la célula y posteriormente del ADN lleva la biología a un estudio reduccionista que refuerza la idea que era una aplicación puntual de las leyes químicas y físicas.

La tercera etapa es la integral o sistémica, en la que se reconoce la complejidad de lo vivo, su no linealidad expresada con desarrollos en la biología como la hipótesis Gaia, la red epigenética y el concepto de autopoiesis entre otros; se concibe la biología fuera del determinismo y alejada del mecanicismo. Esta última etapa le confiere sentido al concepto de biodiversidad, la idea de complejidad, pensamiento sistémico y no linealidad; integra los diferentes niveles de la biología, tiene un valor explicativo y holístico, trasciende el campo de la biología y permea otras disciplinas.

En el mundo de la complejidad, cada nivel lleva al nivel de arriba: la química lleva a la bioquímica, a la biología celular, a la fisiología, a la psicología, a la sociología, a la economía y la política (Herrero, 2008). Comprender la biodiversidad desde esta perspectiva y más allá de la cantidad de especies, permite comprender que aquella es la expresión por excelencia de la creatividad de la vida y, como lo afirma Herrero (2008),

[...] el planeta Tierra es el ecosistema más grande producido por otros ecosistemas, y estos por redes, que a su vez se forman de más redes de retroalimentación. Todo fluye, todo se intercambia, se regenera, se transforma, se constituye, se autoorganiza. Se produce el orden y a su vez, los estados de equilibrio a no-equilibrio suceden constantemente, los puntos de bifurcación aparecen y desaparecen y en toda esta actividad incesante, se produce la impetuosa creatividad de la vida (p. 405).

Actualmente el concepto de biodiversidad se ha reducido en términos prácticos al número de especies presentes en la comunidad y eventualmente a la importancia relativa de cada una de ellas.

Fuente: Universidad Pedagógica Nacional – DBI – Docente Martha García.

Características del concepto biodiversidad y un nuevo paradigma

Actualmente, los múltiples significados que puede generar el concepto de biodiversidad, y su carácter holístico y complejo, mantienen algunas problemáticas latentes. Las definiciones, además de dar cuenta de los variados niveles de organización involucrados, se refieren a procesos y propiedades de alta complejidad que no se consideran, de manera explícita, en la definición incluida en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, y al mismo tiempo indican que estamos en una etapa de elaboración del pensamiento científico en donde diferentes definiciones tratan de reflejar una sola realidad compleja. Sin embargo, paralelamente a este debate teórico, y en parte como consecuencia de las campañas para concientizar a la población y a sus líderes sobre la necesidad de conservar la biodiversidad, este concepto se ha reducido en términos prácticos al número de especies presentes en la comunidad y eventualmente a la importancia relativa de cada una de ellas (Aguilera y Silva, 1997).

Por otra parte, la problemática de la biodiversidad forma parte del discurso de la ciencia moderna y en ella, la pérdida de la biodiversidad, la extinción de especies y la destrucción de ecosistemas no son más que meras imposiciones de valores culturales sobre la naturaleza. “En consecuencia, tanto para Marshall (1998) como para Trudgill (2001), la crisis de la biodiversidad se plantea totalmente en términos éticos, de respeto a la otredad de los organismos no-humanos” p. 238 (citado por Pinillos, 2005.).

Es claro que el concepto de biodiversidad permite forjar y dar paso a una mirada sistémica, sin embargo también ha suscitado diversas críticas, como es la tendencia a reducir

su discurso a un debate de aspectos éticos y culturales, con un alto grado de subjetividad; pero también se cuestiona la formulación y su uso totipotente, refiriéndose a su poca especificidad al denotar un aspecto específico (genes, especies, ecosistemas, servicios ambientales, políticas ambientales, etc.), al igual que el empleo indiscriminado en contextos económicos, políticos y educativos, muchos de los cuales no hacen evidente la complejidad subyacente al concepto. Por ejemplo, Valdecasas (2010) afirma que la biodiversidad se ha convertido en un no-concepto, y retoma el trabajo del ecólogo Stuart H. Hurlbert, para ejemplificar la crítica, quien en los años setenta publicó un artículo titulado “El no-concepto de diversidad” en el que llamaba la atención sobre los problemas semánticos, conceptuales y técnicos provocados por un término que se definía de distintas maneras; se refería a distintos objetos y cuya medida se podía hacer de distintas formas, tal que “actualmente no tiene más información salvo indicar que tiene algo que ver con la estructura de la comunidad” y, como tal, se había convertido en un no-concepto.

Valdecasas (2010) señala que esta misma problemática está presente al hablar de biodiversidad. La polisemia conceptual y ocupacional no tendría que ser un gran problema, pues en cada circunstancia concreta, podría matizar el sentido restringido con que se aplica el término “biodiversidad”, si no fuera porque la totipotencia denotativa del concepto que se extiende como una sombra negativa sobre otras disciplinas. La biodiversidad es una disciplina que está naciendo; que estudia los aspectos económicos, políticos, de conservación, salud y otros relacionados, y que tiene a los organismos vivos como objeto de estudio pero esto no nos debe llevar a confundirla con otras disciplinas autónomas que, teniendo el mismo objeto de estudio, tienen su propio programa de investigación.

Sin embargo y frente a estas críticas es importante señalar que la biodiversidad es un concepto que responde a una forma particular de ver el mundo, una forma que se asienta sobre bases epistemológicas de sistematicidad, no linealidad, conectividad y contingencia, en oposición a los estatutos de reversibilidad, reduccionismo y universalidad que dominaron desde la ciencia el devenir social de los últimos siglos (Pinillos, 2005).

Además, la actual forma de entender y conceptualizar la biodiversidad es parte de un nuevo paradigma científico que se basa en el pensamiento sistémico y no lineal, Pinillos (2005) afirma que la pintura de la vida que emerge a la luz de este cuerpo teórico, no se parece en nada al símil de la máquina que acompañó el trabajo de los científicos durante los siglos XVIII, XIX y parte del XX, una máquina cuyas estructuras fundamentales interactuaban para producir un proceso (trabajo) en respuesta a una fuerza ejercida. Capra (1996) opone este símil al que hoy se deriva del pensamiento sistémico: los sistemas vivos como una red interactiva de estructuras que, a su vez, son una red interactiva de estructuras en un nivel de integración menor.

Según Pinillos (2005), lo que parece cierto es que el concepto de biodiversidad y las múltiples dimensiones de la crisis que se le asocia, emergen en un contexto de negación del estatuto *reduccionista* en la ciencia, al que se le opone una concepción sistémica. Pero la reemergencia del reduccionismo, ya no por medio de la metáfora de la máquina sino a través del atomismo caótico del escenario posmoderno, bien podría vaciar la crisis de significado.

Implicaciones en la enseñanza de la biología

En la enseñanza de la biología es importante saber cómo abordar y organizar los conceptos a trabajar, de igual forma reconocer cuál es la historia de los mismos, de lo contrario, puede convertirse en un aprendizaje memorístico y descontextualizado de significados disciplinares, con carácter de verdad absoluta e inamovibles, siendo esta una de las principales problemáticas a la hora de realizar procesos de enseñanza y aprendizaje en la biología. Como lo señala Chávez (2002), citado por Correa, (2009b).

[...] el estudio de la manera como se han construido y como se siguen construyendo los conocimientos científicos puede aportar pistas fundamentales para, por un lado, transformar estos conocimientos en contenidos del proceso enseñanza-aprendizaje y, por otra parte, idear las mejores rutas para desarrollar este proceso (p. 3).

Una alternativa para poder afrontar esta necesidad a la hora de organizar un currículo se basa en el uso de conceptos estructurantes. Gagliardi (2008) plantea que trabajar con estos conceptos introduce diferencias en las formas habituales de seleccionar contenidos escolares que se centran en el dato o fenómeno aislado, para dar lugar a propuestas didácticas globalizadoras e integradoras. La mejor forma de implementar esto sería usando problemas reales que conecten varios conceptos de la biología; lo que promovería en los estudiantes una visión más crítica y compleja de la biología que los aleje del imaginario de esta disciplina como colección de datos desconectados y apartados de la realidad (Correa, 2009a).

Como hemos visto a lo largo del presente artículo, el concepto de biodiversidad es holístico e integrador, y su abordaje en la escuela se puede realizar desde diferentes perspectivas para así trabajar su complejidad; la enseñanza de la biología desde una perspectiva mediada por el uso, conocimiento y conservación de la biodiversidad significaría trabajar desde los diferentes niveles de la misma, como son el genético, especies y ecosistemas junto con los servicios ecosistémicos y valores culturales asociados. De esta forma se podría contextualizar el aprendizaje al territorio y cotidianidad del estudiante, pues es claro que nuestras costumbres y cultura dependen en gran medida de la biota que nos rodea y de la que formamos parte.

Así, plantear la biodiversidad como concepto estructurante para abordar el aprendizaje de la biología, permitiría no solo abordar esta temática como parte de un problema ambiental, según se expresa en la Convención para la Diversidad Biológica y, particularmente, en su artículo 13, donde se reconoce la necesidad de crear conciencia y educar al público, sino también como una alternativa didáctica en la enseñanza de la ciencia.

Por último, al igual que la búsqueda de conceptos estructurantes para organizar contenidos en la enseñanza, el manejo de la historia y aspectos epistemológicos de dichos conceptos permite que el docente y el estudiante amplíe su perspectiva de cómo se genera y construye la ciencia, desmitificando la verdades absolutas, ahistóricas y asociales.

Conclusiones

- Se puede señalar como bases históricas y epistemológicas: el desarrollo de la idea de diversidad en lo vivo, la exploración de América junto con la caracterización de fauna y flora, la conceptualización de la teoría de la evolución, el reconocimiento de la extinción de especies y la relación con el concepto de especie y su uso.
- Cuantificar la biodiversidad es una necesidad actual para conocer la biota del planeta Tierra, sin embargo sino hay un consenso sobre el concepto de especie, las estimaciones sobre la biodiversidad seguirán teniendo un alto grado de variabilidad y, en consecuencia, repercutirán directamente en las políticas de conservación.
- El concepto de biodiversidad emerge en la concepción de un nuevo paradigma que se aleja del determinismo biológico y acepta las interrelaciones, el pensamiento sistémico y la complejidad.
- Es aconsejable trabajar el concepto de biodiversidad como eje estructurante en la planeación de actividades de enseñanza-aprendizaje en la escuela y no como temática aislada, esto permitiría comprender las diferentes facetas de la biodiversidad y sus implicaciones en nuestra cotidianidad.

Referencias bibliográficas

- Acopazoa. (2003). *Biodiversidad, Colombia país de vida*. Bogotá: Fondo para la Acción Ambiental.
- Agapow, P.; Bininda, O.; Crandall, K.; Gittleman, J.; Mace, G.; Marshall, J. y Purvis, A. (2004). The impact of species concept on biodiversity studies. *The Quarterly Review of Biology* 79(2), 161-179.
- Aguilera, M. y Silva, J. (1997). Especies y biodiversidad. *Interciencia* 22(6), 299-306.
- Andrade, E. (2009). *La ontogenia del pensamiento evolutivo. Hacia una interpretación semiótica de la naturaleza*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Barahona, A. y Torrens, E. (2004). El telos aristotélico y su influencia en la biología moderna. *Ludus vitalis*. XII (21), 161-178.
- Capra, F. (1996). *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Anagrama.
- Correa, A. (2009a). ¿Cómo hacer del aprendizaje de la biología un asunto relevante para los estudiantes? *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza* 2(3), 123-130.
- Correa, M. (2009b). El interrogante de lo vivo y sus respuestas ahistóricas: desarrollo histórico del concepto de lo vivo y algunas implicaciones didácticas. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza* 2(1), 1-11.
- Gagliardi, R. (2008). *¿Enseñar biología: para qué, cómo, cuándo? Algunos elementos de la didáctica de la Biología*. Conferencia presentada en el V Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. Bogotá.
- Herrero, L. (2008). Del mecanicismo a la complejidad en la biología. *Revista Biología Tropical* 56(1), 399-407.
- Kellert, S. (2003). Valores de la naturaleza. En T. Kwiatkowska y J. Issa. *Los caminos de la ética ambiental* (pp. 61-84). México DF. Plaza y Valdez.
- Mayr, E. (2006). *Por qué es única la biología*. Buenos Aires: Katz Editores.
- Núñez, I.; Gaudiano, E. y Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *INCI* 28(7), 387-393.
- Pinillos, M. (2005). La naturaleza histórica de la biodiversidad: elementos conceptuales de una crisis. *INCI* 30(4), 235-242.
- Primack, R. (2010). *Essentials of Conservation Biology*. 5a. ed. Massachusetts: Sinauer Associates.
- Sarukhan, J. (1998). *Las musas de Darwin*. 2a. ed. México: Fondo de Cultura Económica.
- Toledo, V. (1994). La diversidad biológica de México. *Ciencias*, 34, 43-59.
- Valdecasas, A. (26 de Enero 2010). Sobre el no concepto de biodiversidad. *elpais.com*. Recuperado de: http://sociedad.elpais.com/sociedad/2010/01/26/actualidad/1264460416_850215.html
- Wilson, E.O. (1988). *Biodiversity*. Washington: National Academy Press.
- Wilson, O. y Perlman, D. (2002). *Conserving earth's Biodiversity*. Washington. Island Press.
- Zumthor, P. (1994). *La medida del mundo. Representación del espacio en la Edad Media*. Madrid: Ediciones Cátedra.