

La diversidad biológica y la evolución como garantía de la sustentabilidad de la vida

Carlos A. Zavaró Pérez¹

Resumen

Se discuten la importancia de la diversidad biológica como fuente de recursos en las sociedades contemporáneas y los modos de explotación de los recursos naturales, enfatizando en el desarrollo sustentable y en especial en los mecanismos de la evolución como herramienta de la sustentabilidad de la vida.

Palabras clave

Biodiversidad, Diversidad Biológica, Recursos Naturales, Desarrollo Sustentable

Abstract

The importance of biological diversity as a source of resources in contemporary societies and some ways of exploitation of natural resources are discussed, emphasizing on sustainable development and especially on the mechanisms of evolution as a tool for the sustainability of life.

Key words

Biodiversity, Biological Diversity, Natural Resources, Sustainable Development

Introducción

La diversidad biológica constituye la evidencia más importante de uno de los más trascendentales procesos acontecidos en la historia de la Tierra: la aparición de la vida

¹ Prof. Adjunto Fac. Cs. Exactas y Naturales, Universidad de Belgrano Dpto. Ctfico. Plantas Vasculares. Fac. Cs. Naturales y Museo, Univ. Nacional de La Plata

y con ella de la variedad y variabilidad de las formas en el espacio y el tiempo. Como resultado de este proceso, acontecido hace miles de millones de años, cada especie representa una huella de la evolución y ocupa un lugar estratégico o nicho, en el que desempeña diversos roles en estrecha relación con el resto de los componentes bióticos y abióticos que definen y condicionan su entorno.

Este tipo de relaciones contribuyen a crear y entretener una compleja trama de interacciones que operan a nivel de biomas, ecosistemas, especies, poblaciones, individuos y genes, que garantizan tanto la perpetuidad de la vida y de la diversidad genética en que está escrita, como del equilibrio en que ésta se expresa. De esta manera, los organismos vivos intervienen decisivamente en el funcionamiento de los ecosistemas, porque protegen los suelos, regulan los ciclos hídricos, funcionan como controles biológicos, y contribuyen en general a la regulación del clima del planeta (Crisci & Morrone, 1994) entre otros “servicios ecológicos”.

Han sido muchos los paradigmas que han operado en la sociedad a lo largo de la historia en relación a la manera de utilizar los recursos naturales. Algunos de ellos han contribuido indefectiblemente a la actual crisis por la que atraviesa la diversidad biológica, mientras que otros proponen formas más equitativas en relación al uso y la distribución de los recursos. En las últimas décadas el desarrollismo y en especial el desarrollo sustentable se ha instalado como si fuese la única posibilidad de sostenibilidad para el planeta a pesar de que existen otros modelos alternativos.

En esta reflexión se pretende abordar el tema desde una perspectiva histórica, analizando críticamente algunos de estos modelos con sus particularidades y en especial, aportando una mirada que desde el punto de vista epistemológico permita comprender a la vida y a los mecanismos que la condicionan en su diversidad, como el fundamento de su existencia y sustentabilidad.

El valor de la biodiversidad

Al margen de la importancia ecológica de la biodiversidad, Ehrlich & Wilson (1991) señalaron varios aspectos que contribuyen a estimar su valor, entre los que se

encuentran el valor científico, el económico, el estético y el ético. El valor científico se fundamenta en la posibilidad de conocer y comprender integralmente, a través de la investigación científica, los procesos y fenómenos biológicos. Si los organismos y ecosistemas en que éstos habitan son destruidos o alterados, el conocimiento de las relaciones entre las especies y de las relaciones existentes entre éstas y su entorno quedará incompleto, y por lo tanto resultaría difícil contar con el conocimiento necesario para hacer un uso racional de éstos y un manejo adecuado de los ecosistemas artificiales.

La diversidad biológica tiene un valioso potencial económico (Crisci, et al, 1993) a nivel regional y global porque muchas de las especies de plantas y animales que conocemos constituyen la base de la alimentación humana. Otras representan una importante fuente de energía y de materias primas para la industria artesanal, textil y del calzado, la producción de gomas, resinas y aceites y la obtención de medicamentos y cosméticos, en tanto que el mejoramiento genético de variedades domésticas sólo es posible a través de un manejo adecuado del genofondo silvestre. Desde el punto de vista estético, la biodiversidad constituye un patrimonio importante de cada nación o región que impacta en la creciente popularidad del turismo ecológico, del turismo especializado y de otras actividades recreativas (Boullón, 2006) que hoy representan la base de la economía de muchos países del tercer mundo.

No obstante, es lamentable que bajo los códigos de nuestra civilización, sea necesario agregar a cada especie o a cada área geográfica, un valor en términos monetarios para lograr protegerla, porque independientemente del valor de uso real o potencial de los seres vivos, cada especie constituye un ensayo único e irrepetible de la evolución y resume en sus genes una historia codificada que es preciso proteger por el simple hecho de existir y de ser incluso anterior a la historia del hombre mismo.

El hombre y la crisis de la biodiversidad

No es un concepto novedoso que cada forma de vida afronte continuamente el problema de reconciliar su capacidad innata de crecimiento demográfico con las posibilidades y las limitaciones resultantes de su interacción con el ambiente. Esta

problemática reviste una connotación especial en el hombre por cuanto es la única especie que cuenta con las posibilidades y los recursos tecnológicos necesarios para modificar conscientemente el ambiente.

Los esfuerzos por compatibilizar las interacciones entre los seres humanos y su entorno son tan antiguos como la civilización misma. Las primeras civilizaciones y etnias han ido construyendo su cultura en estrecha simbiosis con el entorno (Montero, 2010) refugiándose en lo sobrenatural a partir de lo tangible y de esta forma asignándole valor simbólico a todo aquello cognoscible como parte indisoluble de sus tradiciones y de su cosmogonía. En este proceso, derivado de la necesidad de conocer y explicar la realidad, muchas especies han sido veneradas y respetadas de modo que gran parte de los pueblos originarios han logrado mantener una relación sabia y equilibrada con el ambiente basada en un uso exhaustivo de la naturaleza y en una redistribución equitativa de sus recursos.

El paso de la vida nómada a la sedentaria constituyó un hito en la historia de la civilización y representó la posibilidad para la humanidad de diversificar sus costumbres y tradiciones sobre la base de la división del trabajo. De esta manera la cría y domesticación de animales y plantas (Villarreal & Marín, 2008) garantizó cierta predictibilidad en sus modos de vida y la posibilidad de desarrollar otras actividades asociadas a la producción de una cultura material representada en la alfarería, la vestimenta, e incluso la consolidación de rituales asociados a la oralidad respecto de sus propias tradiciones y a la instalación de rituales transicionales asociados al culto de lo divino. Durante este proceso se produjo una acumulación diferencial del excedente que a menudo fue consolidando una clase privilegiada encarnada preferentemente por los “brujos” (Lobera, 2009) que fueron considerados como intermediarios legítimos entre el hombre y las divinidades a quienes acudían en busca de recompensas, fertilidad, buenas cosechas y piedad ante aquellos comportamientos que pudiesen considerar como ofensivos.

Esta acumulación diferencial de prestigio -que incluso superaba en muchas culturas la legitimidad de los referentes o líderes- se correspondió inevitablemente y con el transcurrir del tiempo en una acumulación diferencial de recursos y poderío, que

constituyeron la base de los modelos imperantes en las sociedades contemporáneas aún cuando se sustenten en valores diferentes.

La historia de la humanidad y de su relación con el ambiente da cuenta de esto, especialmente en los últimos 200 años y sobretodo en las últimas décadas caracterizadas por la naturalización de un modelo de sociedad prescindente del nexo simbólico con el entorno, que ha logrado instalar conceptos, valores y convicciones donde el ambiente es concebido como una fuente (casi inagotable) de recursos para el desarrollo. Este paradigma, sustentado en una conducta irresponsable de apropiación de los recursos a raíz de la influencia de la revolución industrial, constituye en la actualidad la principal causa del deterioro ambiental y de la llamada crisis de la biodiversidad.

Esta crisis, que se manifiesta tanto a nivel ecológico, como a nivel de especies y genes, atenta contra el equilibrio de la compleja trama de relaciones históricas que han modelado la naturaleza durante millones de años² y que constituyen el sustento de los ecosistemas naturales. La tala indiscriminada de bosques, el uso de productos químicos contaminantes como pesticidas y fertilizantes, la introducción de especies exóticas, el tráfico de fauna, la caza furtiva y la fragmentación de ambientes, entre otros aspectos, modifican sensiblemente las relaciones interespecíficas y contribuyen a disminuir las posibilidades de reproducción de numerosas especies condenando a la extinción a muchas de ellas.

Algunos episodios recientes como la extinción del zorro malvinero (*Dusicyon australis*) y del guacamayo azul (*Anodorhynchus glaucus*) o la amenaza de otras especies como el aguará-guazú (*Chrysocyon brachyurus*), el ciervo de los pantanos (*Blastocercus dichotomus*), el tatú carreta (*Priodontes maximus*), el venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus*), o el yaguareté (*Leo onca*) por no hacer referencia a tantos reptiles y aves que son víctimas de la caza indiscriminada y a los cientos de plantas y de invertebrados -aún desconocidos- que desaparecen sin haber sido descriptos por la

2 El enfoque histórico de la biodiversidad sostiene que las explicaciones a las relaciones que operan en la actualidad en todos los niveles de organización de la vida son el resultado de una multiplicidad de interacciones acontecidas en el pasado, de la misma manera en que las interacciones actuales prefiguran y condicionan las relaciones futuras y los modos en que éstas se expresen.

ciencia, pueden bastar para tomar dimensión de la gravedad de una crisis que supera con creces la mayor de las tasas de extinción conocidas (Crisci et al, 1993) y que provoca una pérdida irreparable e irreversible de la variabilidad genética.

El ambiente como construcción social y la falacia del desarrollismo

Sauvé (2003) ha sistematizado distintas concepciones existentes respecto al modo de percibir el ambiente. Entre las más idealizadas se encuentran aquellas que lo interpretan como “lo natural o la naturaleza” y en las que predomina la estética del paisaje como sustento del valor turístico que se le atribuye. Este concepto de ambiente constituye una forma ingenua de comprender las relaciones sociales y sólo es posible de concebir bajo un sólido sistema de áreas protegidas que garanticen la protección e intangibilidad de los recursos.

En las antípodas de esta posición se reconoce una perspectiva que entiende al ambiente como una canasta de recursos, como una fuente inagotable de materia prima a disposición de la humanidad para garantizar el desarrollo. Ni los recursos son inagotables, ni el modo en que se utilizan han logrado promover el desarrollo equitativo de los países que por tradición y derecho son dueños de la mayor diversidad del planeta³.

El modelo desarrollista (Bresser-Pereira, 2007) se ha instalado sobre una falacia conceptual que recupera algunas de las teorías posdarwinianas imperantes en el Reino Unido a fines del siglo XIX. La idea de cambio asociado a “progreso” bajo el paradigma de la evolución, traccionó un modo lineal y direccional de comprender a la diversidad de etnias y culturas que estuvo anclado al desarrollo y al uso de la tecnología. Esta mirada impuesta por los primeros aportes de la arqueología, consolida la perspectiva de una sucesión lineal en la evolución del hombre, donde la edad de piedra, la de bronce y la de hierro, se definen en base a la evidencia material convalidada por los aportes de Lewis Morgan (1881) que ordena en una suerte de

³ *La mayor diversidad de especies biológicas y de otros recursos naturales se concentran en los países del llamado tercer mundo donde existe la mayor iniquidad y donde -paradójicamente- se concentran los mayores niveles de pobreza extrema.*

“taxonomía del progreso” a las civilizaciones en diferentes grados de desarrollo y de complejidad según su dominio de la “tecnología”, e incluso de la cerámica y la escritura.

Bajo este paradigma los “bárbaros y salvajes” del Nuevo Mundo (y de otras regiones del planeta) podrían perfeccionarse en un camino hacia la “civilización” que encarnaba la sociedad victoriana de la época como el estadio más evolucionado del desarrollo de la humanidad, una idea poco ingenua que según Scheinsohn (2000) contribuyó a justificar y convalidar los procesos de colonización impulsados por la corona inglesa, instalando un modelo netamente extractivista que contribuyó a consolidar las diferencias entre dos mundos: el primer mundo -desarrollado y todopoderoso- y el mundo subdesarrollado o emergente que a pesar de resguardar casi el 80% de la diversidad y de los recursos del planeta, concentra el 77% de la población mundial con 40% de individuos que viven en condiciones de extrema pobreza y que paradójicamente controla tan solo el 15% de la economía mundial con sólo un 6% de los científicos del mundo.

Muchas de estas cifras -casi paradójales- se desprenden de una mirada desarrollista que es emergente de modelos económicos basados en el extractivismo desmedido (Svampa, 2011) y que contrasta con los modos en que las comunidades indígenas y los pueblos originarios hacían uso de los recursos naturales, como si los indicadores económicos asociados a la producción fuesen fehacientes indicadores de desarrollo y del Estado de bienestar⁴.

Otra de las posiciones entiende al ambiente como territorio, como medio donde acontece y se desarrolla la vida y en el que las alteraciones puntuales impactan en el sistema en su totalidad. Esta posición reconoce la historicidad de las relaciones que subyacen y sostienen al planeta como sistema con un enfoque holístico de corte ecologista sin que por ello caiga necesariamente en posiciones extremistas respecto al

4 El Estado de Bienestar constituye un conjunto de teorías polisémicas y decisiones que se plantean por vez primera en el escenario de crisis profunda acontecida con el fin de la 2da Guerra Mundial y que abreva en posiciones keynesianistas que apuestan al desarrollo de los países a partir del rol del Estado como benefactor y garantía del bienestar de la población considerado como derecho humano, sobre la base de la redistribución de la riqueza.

uso de los recursos naturales. Bajo esta perspectiva el ambiente constituye una fuente de recursos, en tanto éstos sean utilizados de manera planificada donde los modos de producción respondan a necesidades reales y a una equitativa redistribución de la riqueza, incompatible con las posiciones mercantilistas que imperan en la concepción del ambiente como canasta de recursos.

Algunas corrientes como la llamada “Economía del buen Vivir”⁵ o la del planeta como “nave espacial” (también conocida como la teoría de la GAIA), se inscriben -con matices- bajo esta perspectiva y ponen de manifiesto la percepción del ambiente como problema y en consecuencia, la idea de que los problemas ambientales y la llamada crisis de la biodiversidad no es más que la crisis profunda de un modelo económico que indiscutiblemente abreva en una crisis política.

El conflicto ambiental desde el paradigma de la complejidad

En el contexto internacional actual se ha avanzado hacia una globalización asimétrica y una división internacional del trabajo que le asigna a los países latinoamericanos y africanos el rol de proveer de materia prima a países centrales como el Reino Unido, Alemania, Francia y Estados Unidos quienes producen bienes de consumo con valor agregado que posteriormente exportan a aquellos países de los que obtienen los recursos primarios para su producción.

Este fenómeno, conjuntamente con la modalidad de una industrialización parcial que opera con industrias fragmentadas en su cadena de producción, radicadas en países del tercer mundo, pero interdependientes entre sí para la elaboración final de un producto, impacta inevitablemente en la manera en que se administran y utilizan los recursos naturales, constituyendo no sólo un factor fundamental del deterioro

5 El Buen Vivir (Sumak Kawsay -quechua- o Suma Qamaña -aimará-) es un principio filosófico basado en la cosmogonía ancestral de algunos pueblos indígenas latinoamericanos que recoge una visión del mundo centrada en el ser humano como parte del entorno natural y social. Enfatiza en una realización colectiva y plena del hombre sustentada en una perspectiva ética y no monetarista del mundo donde las necesidades son satisfechas sin el deterioro del ambiente. En los últimos años ha adquirido tal dimensión política que se presenta como alternativa al desarrollo del capitalismo y sus principios forman parte de la letra de la Constitución de Ecuador y la Constitución del Estado Plurinacional de Bolivia.

ambiental, sino también la raíz de gran parte de los conflictos socioambientales asociados a la precarización laboral.

Leff (2007) se ha referido a la complejidad ambiental como una categoría teórica que permite analizar las problemáticas y los conflictos asociados al deterioro ambiental enfatizando en la centralidad del sujeto y de su relación con el entorno, formalizando un modo de entender al ambiente que renuncia a la perspectiva cartesiana de la fragmentariedad⁶ al considerarlo no sólo como la sumatoria de las partes que lo constituyen (y que ha promovido la especialización temática del conocimiento científico) sino como un sistema donde las interrelaciones no son determinadas por la sumatoria de la heterogeneidad de sus partes, sino por la interdependencia de los factores que lo componen y por los emergentes que complejizan esa interacción.

De esta manera, la complejidad ambiental se manifiesta en la diversidad de ejes que atraviesan y condicionan una problemática determinada y bajo la que es posible identificar contradicciones sociales que responden a compromisos diversos, a modos diferentes e incluso antagónicos de comprender la realidad y a intereses tan disímiles entre sí que terminan por ser irreconciliables. En este contexto, la complejidad emerge y se objetiva configurando un escenario que combina tanto lo real como lo simbólico e intersubjetivo y en el cual instalan representaciones de la realidad que abrevan en una suerte de sentido común desde el que es posible manipular intencionadamente la comprensión del ambiente y de sus problemáticas. Estas operaciones suelen beneficiar a intereses muy concretos y usualmente concentrados, mientras que las representaciones que logran instalarse sólo son permeables mediante el análisis crítico y reflexivo de la realidad.

El desarrollo sustentable y los modelos de sustentabilidad

6 La perspectiva cartesiana se fundamenta en el principio del escepticismo metodológico desarrollado por el físico, matemático y filósofo francés René Descartes que propone como aproximación al conocimiento de la realidad fragmentar el problema a abordar en tantas unidades como sea posible a fin de garantizar su comprensión. Esta metodología no sólo forma parte de los grandes aportes al racionalismo sino que además constituye un fundamento de la especialización del conocimiento científico.

La perspectiva de la complejidad y de la racionalidad ambiental (Leff, 2003) sitúa a ciencias como la sociología, la antropología y la biología, entre otras, ante el desafío de concebir y elaborar protocolos interdisciplinarios de intervención orientados a encontrar y proponer soluciones en la gestión a largo plazo de los problemas y conflictos ambientales.

El enfoque a largo plazo se orienta a realizar un uso racional del patrimonio físico, biótico y cultural con el objeto de garantizar su sostenibilidad en el tiempo, satisfaciendo de manera equitativa las necesidades de su población. En síntesis, el desarrollo sostenible (Gudynas, 2011) o sustentable, plantea adecuar el ritmo, las necesidades humanas y las actividades extractivistas de la sociedad a la dinámica de los ecosistemas, abandonando el concepto de que la producción debe estar orientada a lograr una mayor eficiencia y cantidad de productos en el menor tiempo posible y con la máxima ganancia, promoviendo la participación constante de la comunidad en la toma de decisiones en relación a la “cuestión ambiental”, y orientando en lo posible la producción hacia un esquema que garantice la redistribución equitativa de las ganancias y la igualdad en el acceso a los recursos.

Estas ideas suelen ser consideradas casi una utopía en las sociedades contemporáneas. La sustentabilidad como concepto suele ser objetivado de muy diversas maneras que incluye desde la llamada sustentabilidad débil hasta la sustentabilidad fuerte. Bajo el marco de la sustentabilidad débil (Gudynas, 2000) la naturaleza es considerada como un reservorio y su deterioro constituye una consecuencia inevitable del progreso ya que la calidad de vida, la reducción de la pobreza y el bienestar común, derivan del crecimiento económico, siempre y cuando se establezcan prohibiciones y límites a los modos en que se utilizan los recursos. Por su parte, la sustentabilidad fuerte propone un cambio en el modelo de desarrollo que apuesta a combinar las necesidades de la comunidad en una bioregión, fomentando el desarrollo de las economías locales a partir de una sólida participación social y democrática de la población en la gestión ambiental.

Entre la utopía y la realidad aparecen posibilidades intermedias de gestión que requieren del aporte de especialistas en la búsqueda de soluciones, pero sobre todo

en la planificación de la gestión territorial. Esto es posible a partir de un abordaje interdisciplinar (McNeill, 1999) en la comprensión del ambiente como un sistema complejo que se materializa -entre otras herramientas- en evaluaciones de impacto ambiental⁷ donde no sólo se considere una perspectiva técnica capaz de superar las fronteras disciplinares, sino también donde se incorpore la opinión de los miembros de la comunidad como parte de un diagnóstico participativo (Martínez, 1995) verdaderamente democrático.

En este sentido, (García & Priotto 2009) han resaltado el papel central que debería ocupar la educación ambiental como estrategia de educación transversal y popular. Muchas de las herramientas propias de la etnografía como la observación, la realización de encuestas, entrevistas e historias de vida y la elaboración de mapas participativos son compatibles con este modelo educativo basado en la investigación acción como estrategia para la promoción de espacios de reflexión donde se priorice el debate sobre los problemas y conflictos ambientales en relación al análisis de sus causas, a la delimitación de responsabilidades y a la consideración de las consecuencias.

La intervención de la comunidad organizada en las decisiones ambientales ha logrado avanzar en algunas regiones del país en un camino que, si bien se contrapone a algunos intereses económicos, ha logrado frenar formatos de explotación indiscriminada de los recursos naturales locales y en consecuencia han apostado con la participación del Estado, al diseño de modelos sustentables que involucran incluso la declaración de áreas prioritarias para su conservación, la elaboración de planes de manejo de los recursos de manera que se combine la extracción sostenible y planificada con la reposición de especímenes en las áreas involucradas e incluso con la devolución de réditos económicos a la comunidad y los pobladores de esas regiones.

La evolución como herramienta de la sustentabilidad

7 *Existe, a propósito de las Evaluaciones de Impacto Ambiental, una polémica respecto de su pertinencia y validez como herramienta, siendo rechazada por una parte del progresismo latinoamericanista que considera a los Estudios de Impacto un instrumento al servicio del sistema monetarista imperante y a las audiencias públicas una mera formalidad que convalida y legitima las posiciones extractivistas.*

Los diversos modos en que las sociedades han gestionado los recursos naturales ya sea a nivel local como global han estado en los últimos años mediados por decisiones y compromisos de los Estados en foros y reuniones internacionales donde participan no sólo representantes de los gobiernos, sino también asesores, especialistas en diferentes temáticas relacionadas con la gestión ambiental y miembros de las comunidades organizadas a través de las organizaciones del llamado tercer sector y de las organizaciones sociales.

Algunas de las decisiones tomadas en estas “cumbres” han sido incorporadas progresivamente por muchos países en medidas concretas que limitan la caza, la pesca indiscriminada, el uso de la energía fósil y la emisión de gases a la atmósfera. Sin embargo, otras aún están pendientes de aplicación o en caso de haberse instrumentado no son debidamente monitoreadas o al menos no han sido aceptadas ni observadas por todos los países.

El impacto que estas soluciones a medias tienen en el equilibrio del planeta es enorme a pesar incluso de las medidas que se han tomado en los últimos años en el diseño de áreas protegidas, a pesar de algunos diagnósticos ambientales exhaustivos como base de las evaluaciones de impacto ambiental e incluso a pesar de los acuerdos internacionales. El creciente número de especies en peligro de extinción da cuenta de esta problemática aún cuando no sea del todo visibilizada salvo por la imagen de algunas que por sus características resultan llamativas y terminan interpelando a la población como la cara visible de campañas en favor de la conservación.

Son muchas las estrategias de conservación que pueden ser empleadas para mitigar el impacto ambiental de la intervención del hombre en los ambientes naturales. Algunas líneas de investigación apuestan a la bioremediación y a la reintroducción en territorio de especies amenazadas. En este aspecto el papel de los jardines botánicos y los zoológicos o bioparques resulta fundamental en el intento de reproducirlas en condiciones de cautiverio (Morrone, 1995), de preservar embriones o gametas e incluso de reintroducirlas posteriormente aportando nuevas variantes genéticas a las poblaciones en peligro.

El gran problema que enfrenta la biodiversidad como resultado de las presiones resultantes del avance de las fronteras urbanas es la pérdida de variabilidad de las poblaciones naturales, ya que en la variabilidad radica las posibilidades de supervivencia ante cambios drásticos como los que están sucediéndose en la actualidad.

La paleontología ha logrado describir ejemplares de numerosas especies halladas en diferentes estratos geológicos (Erickson, 1998) muchas de estos hallazgos fósiles (Simpson, 1985) se corresponden con especies extintas y en la mayoría de los casos se ha podido identificar al menos cinco eventos de extinciones masivas donde ha desaparecido en un breve período de tiempo gran parte de la biota. En las extinciones del Ordovícico al Silúrico se extinguió el 85% de braquiópodos, briozoos y conodontos; el Devónico fue testigo de la extinción de peces y corales; entre el Triásico y el Jurásico la caída de un meteorito parece ser una de las causas que provocó la desaparición de los dinosaurios y un poco más recientemente en el Holoceno gran parte de la llamada megafauna desapareció como consecuencia del cambio climático y quizás (aunque este constituye un aspecto sumamente polémico) de la intervención de los primeros homínidos.

La experiencia aportada por la paleontología no sólo muestra las extinciones como eventos catastróficos, también pone de manifiesto mecanismos conservadores de la evolución (Berovides & Gerhartz, 2007) que garantizaron en términos históricos la reposición de nuevas formas de vida ante la multiplicidad de nichos vacantes. La ausencia de competencia para algunas especies que lograron sobrevivir ante estos cataclismos probablemente hayan posibilitado eventos como la radiación adaptativa y en consecuencia la diversificación de muchos grupos (Stanley, 1979) que como resultado de un proceso de especiación divergente (White, 1978) lograron colonizar nuevos ambientes.

Ha sido la variabilidad contenida en las poblaciones sometidas a estrés la responsable de esta supervivencia diferencial. Aquellas poblaciones con una mayor plasticidad genética lograron explotar nichos que antes habían sido ocupados por algunas de las especies extintas y esta variabilidad probablemente haya sido también responsable -conjuntamente con el surgimiento de barreras físicas, conductuales y reproductivas-

de un proceso de especiación divergente que condujo a la aparición de nuevas especies y biotas.

En este proceso, algunos mecanismos como la selección natural ya esbozada desde hace más de un siglo por Darwin (1859), la recombinación (asociada a la reproducción sexual) y el flujo génico, han contribuido a la aparición de nuevas formas de vida y a la conservación de aquellas combinaciones que resultan favorables bajo estas nuevas condiciones, lo que de alguna manera pone de manifiesto el valor de la información genética contenida en los individuos que han logrado sobrevivir y que terminan constituyéndose en vehículos para la sostenibilidad de la vida aunque bajo nuevas unidades de plan.

Algunas disciplinas como la sistemática, la paleontología y la morfología comparada, aportan evidencias de la enorme diversidad de formas de vida que han aparecido y/o extinguido a través del tiempo y de los modos en que éstas han ido configurando escenarios o ecosistemas como resultado de la interacción entre éstas y el ambiente.

La evidencia de la continuidad de la vida a pesar de la desaparición de tantas especies -que incluso dominaron estos escenarios y paisajes en el pasado- no es posible de entender sin reconocer a la evolución como teoría explicativa de la diversidad (Ayala, 1994, 1995) y en especial sin dimensionar la potencialidad de la diversidad contenida en los genes de los individuos y poblaciones que la conforman. Es precisamente la molécula de ADN el denominador común a todas las especies de seres vivos conocidos y por lo tanto, la mayor evidencia del origen monofilético de la vida, es decir del origen común de todas las especies.

Bajo este paradigma de filiación común es posible entender como la vida y la diversidad de formas en que se manifiesta son resultado del azar y de qué manera, ante cada catástrofe, aquellas formas que lograron sobrevivir por contener en su genoma la variabilidad necesaria para explorar nuevas estrategias de supervivencia han logrado diversificarse, configurado a su vez nuevos escenarios de vida.

Profundizar la explotación irracional de los recursos naturales por su valor económico está llevando a la biodiversidad e incluso a nuestra propia especie al límite de un proceso irreversible de extinción sin precedentes. Probablemente el hombre bajo esas condiciones extremas no logre sobrevivir a pesar de la variabilidad intrínseca que hemos logrado acumular en nuestro genoma e incluso a pesar de la tecnología con que contamos para modificar el ambiente, pero también es probable que como ya ha acontecido en otras oportunidades la vida contenida en la infinitud de combinaciones particulares de bases nitrogenadas organizadas en la estructura de la molécula de ADN, demuestre una vez más su capacidad intrínseca de sustentabilidad a partir de los mecanismos azarosos de la evolución (Dobzhansky et al, 1980) que siguen operando en la actualidad y que garantizaron en otros tiempos -y tras cada extinción, la diversificación y la continuidad de la vida.

Conclusiones

A modo de reflexión final, es posible reconocer entonces en la evolución la mayor de las garantías para la sustentabilidad de la vida, aunque desde el punto de vista ético es imperante promover modos de producción sustentables que garanticen la sostenibilidad de los recursos naturales y la satisfacción de las demandas de la población de manera racional, fomentando el análisis crítico como herramienta fundamental en el abordaje de la complejidad ambiental.

Decisiones en sentido opuesto no configuran un futuro promisorio, en cuyo caso la crisis que amenaza a la biodiversidad inevitablemente se agudizará. Quizás no seremos nosotros testigos de ese proceso y quizás tampoco muchas de las especies conocidas que se encuentran al borde de la extinción por nuestras prácticas extractivas e irracionales, aunque la clave de la futura sustentabilidad, a pesar de todo -y de todos-, se encuentra encriptada en la misma molécula que desde el inicio de los tiempos ha logrado producir y conservar la vida con toda su diversidad.

Bibliografía

Ayala, F.J. (1994) *La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética*. Madrid: Ediciones Temas de Hoy.

Zavaro Pérez, C. A. La diversidad biológica y la evolución como garantía de la sustentabilidad de la vida.
201-218

Ayala, F.J. (1995) La evolución como proceso creador. *Innovación y Ciencia*, IV, 1, 14-19.

Berovides, V.; Gerhartz, J.L. (2007) *Diversidad de la vida y su conservación*. La Habana: Editorial Científico Técnica.

Bresser-Pereira, L.C. (2007) El nuevo desarrollismo y la ortodoxia convencional. *Economía UNAM*, 4, 10, 7-29.

Boullón, R.C. (2006) Espacio turístico y desarrollo sustentable. *Aportes y transferencias*, 10, 2, 17-24.

Crisci, J.V.; Morrone, J.J.; Lanteri, A.A. (1993) El valor de la diversidad biológica: un enfoque holístico. En Goin & Goñi (eds.) *Elementos de Política Ambiental*. Honorable Cámara de Diputados de la Prov. Bs. As.

Crisci, J.V.; Morrone, J.J. (1994) Por quién doblan las campanas: la sistemática y la crisis de la biodiversidad. *Museo* 1, 4, 17- 21.

Darwin, C. (1859) *On the origin of species by means of natural selection*. London: John Murray.

Dobzhansky T.; Ayalla, F.J.; Stebbins, G.L.; Valentine, J.W. (1980). *Evolución*. Barcelona: Omega.

Erickson, J. (1998) *Extinción de las especies: evolución, causas y efectos*. Buenos Aires: McGraw-Hill.

Ehrlich, P.R. & E.O. Wilson (1991) Biodiversity Studies Science and Policy. *Science*, 253, 758-762.

García, D.; Priotto, G. (2009) *Educación Ambiental: aportes políticos y pedagógicos en la construcción del campo de la educación ambiental*. 1ºEd. Buenos Aires. Disponible en:

<https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/educacion-ambiental.pdf?noCache=1461306416000>

Gudynas, E. (2000) Los límites de la sustentabilidad débil, y el tránsito desde el capital natural al patrimonio ecológico. *Educación, Participación y Ambiente*, 11, 7-11.

Gudynas, E. (2011) Debates sobre el desarrollo y sus alternativas en América Latina: Una breve guía heterodoxa. *Más allá del desarrollo*, 1, 21-54.

Leff, E. (2003) Racionalidad ambiental y diálogo de saberes: sentidos y senderos de un futuro sustentable. *Desenvolvimento e meio ambiente*, 7, 13-40.

Leff, E. (2007) La Complejidad Ambiental. *Polis: Revista de la Universidad Bolivariana*, 6, 16.

Lobera, J. (2009). Reyes, brujos y filósofos: la educación en el cambio y en la reproducción social. *Revista Iberoamericana de Educación*, 51, 221-239.

Martínez, A. (1995) El diagnóstico participativo: una herramienta de trabajo para las comunidades (Vol. 13). Bib. Orton IICA/CATIE.

McNeill, D. (1999). On interdisciplinary research: With particular reference to the field of environment and development. *Higher Education Quarterly*, 53, 4, 312-332.

Montero, G.V. (2010). La cosmovisión de los pueblos indígenas. Florescano, E. *Atlas del Patrimonio Natural, Histórico y Cultural de Veracruz*. Veracruz Mexico: Universidad de Veracruz, 108-126.

Morgan, L.H. (1881). *Ancient Society of Research in the Lines of Human Progress from Savagery through Barbarium to Civilization* La sociedad primitiva. Disponible en: <https://archive.org/stream/cu31924014466134#page/n27/mode/2up>

Morrone, J.J. (1995) Del Parque de la Sabiduría del emperador Wen-Wang a la conservación de la biodiversidad en los jardines zoológicos. Museo. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/47324/Documento_completo.pdf?sequence=1

Sauvé L. (2003) Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental. Foro Nacional sobre la Incorporación de la Perspectiva Ambiental en la Formación técnica y profesional. Mexico: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Scheinsohn, V. (2000) El evolucionismo en arqueología. En: Scheinsohn, V. (ed.) *La Evolución y las Ciencias*. Cap.3 40-46. Buenos Aires: Emecé.

Simpson G.G. (1985) Fósiles e historia de la vida. Barcelona: Labor. (Biblioteca Científica American).

Stanley S. M. (1979) *Macroevolution. Pattern and process*. Freeman, San Francisco. 332 pp.

Svampa, M. (2011). Extractivismo neodesarrollista, gobiernos y movimientos sociales en América Latina. *Revista Problèmes de l'Amérique Latine*, 81, 103-128.

Villarreal, D.Z., & P.C.G. Marín (2008) El origen de la agricultura, la domesticación de plantas y el establecimiento de corredores biológico-culturales en Mesoamérica. *Revista de Geografía agrícola*, 41, 85-113.

White, M.J.D. (1978) *Modes of speciation*. California: W.H. Freeman & Co.