


David Brailovsky Signoret

La conservación de la naturaleza

Para conservar la diversidad biológica en México y el mundo debemos pensar en los esfuerzos locales y globales. Asimismo, alentar la participación ciudadana en la construcción de un entorno más equilibrado, en el que debemos y podemos participar todos.

Civilizaciones y ambientes en colapso

A detailed illustration of various pieces of plastic waste, including bottles, containers, and bags, floating in a blue ocean. The waste is rendered in a style that looks like a collection of sketches or cutouts, with some items appearing to be tied together. The background is a gradient of light blue, suggesting the surface of the water.

La conservación de la naturaleza es un área relativamente nueva en las ciencias biológicas. La especie humana no solía preocuparse por los impactos que tenían sus actividades; así, encontramos ejemplos variados de civilizaciones enteras que colapsaron debido a la destrucción del ambiente. Los fenicios, por ejemplo, para construir sus barcos tuvieron que talar la mayor parte de los entonces ricos bosques que cubrían las serranías de Líbano e Israel. Los mesopotámicos, por su parte, hicieron una explotación tan marcada de los suelos que terminaron por salinizar las capas productivas, lo que debilitó el desarrollo de su civilización. Los Rapa Nui en la Isla de Pascua, con el objetivo de desplazar sus estatuas, talaron la mayor parte de las palmas de la isla, lo cual, junto con la introducción imprevista de ratas en las canoas, condujo a un colapso notable. También algunas culturas mesoamericanas, entre ellas los teotihuacanos, los mayas, los mexicas y los mixteco-zapotecos, arrasaron con grandes extensiones de bosques y selvas para construir sus ciudades, casas y embarcaciones; asimismo, modificaron la topografía de los valles y montañas en su beneficio. Muchas otras culturas han experimentado dificultades similares debido al descuido del ambiente y a los gastos

en campañas militares que llevaron a la destrucción de muchos bosques y selvas. Un estudio interesante y extenso que documenta el colapso de diversas civilizaciones se encuentra en el libro *Collapse*, de Jared Diamond (2005).

Por el contrario, algunas culturas desde tiempo atrás se han enfocado en la preservación del medio natural como una muestra de respeto y reverencia. Así, los budistas protegen incluso a los animales más sencillos como parte de su amor por las formas vivas. Sus prácticas son en cierta manera un acercamiento a la conservación de la naturaleza, por lo que contrastan con la visión antropocéntrica y egoísta que domina en las culturas occidentales, las cuales apenas están valorando los costos y beneficios ambientales de sus paradigmas socioeconómicos.





■ **Primeros esfuerzos de conservación**

■ Las sociedades modernas deben percatarse de que la naturaleza provee todo lo que necesitamos para la vida diaria, por lo que aprovecharla de manera irracional va en contra de nuestra propia existencia. Hasta la Revolución Industrial no se había pensado en el fuerte impacto que el ser humano tenía sobre el medio natural; los únicos esfuerzos de “conservación” consistían en instalar jardines ornamentales, jardines botánicos y parques zoológicos. Pero, de hecho, los zoológicos en su mayoría consistían más bien de jaulas en donde se exhibía a los animales en condiciones deplorables, cosa que aún ocurre en algunos lugares del mundo. Aun así, ciertos jardines y zoológicos fueron muy notables y fincaron las bases para el desarrollo científico.

En la historia encontramos ejemplos como los famosos jardines colgantes de Babilonia; asimismo, los romanos y egipcios coleccionaron plantas y animales de diversa procedencia. En Tenochtitlán existía un zoológico amplio y jardines botánicos tanto en la ciudad como en Oaxtepec; además, muchos pueblos mesoamericanos cuidaban de las aves para obtener plumas para la confección artesanal.

Siglos después, se comenzaron a establecer reservas forestales que dieron lugar a los primeros *parques nacionales*, un concepto basado en criterios de carácter paisajístico y monumental. Sin embargo, en pocas ocasiones se tomaba en cuenta la presencia de especies notorias de **valor sistemático** y ecológico. No fue hasta décadas recientes que se empezaron a ampliar las áreas protegidas, pues se incorporaron métodos ecológicos para identificar las zonas prioritarias para la conservación.

Asimismo, surgieron los conceptos de *sucesión*, de *nicho ecológico* y de *especies indicadoras*. La sucesión se refiere a la transición de una comunidad, por lo general de tipo vegetal, en la cual las plantas colonizan sucesivamente las áreas dañadas por erupciones volcánicas, incendios, tsunamis, huracanes u otros procesos naturales y artificiales de impacto ambiental. Un excelente ejemplo es la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), que comprende más de la mitad del área de Ciudad Universitaria (UNAM), en la Ciudad de México; esta región reci-

bió una serie de flujos magmáticos (lavas) del cercano volcán Xitle hace aproximadamente 1 800 años y hoy resulta de gran interés para la ecología; es como un laboratorio viviente. En este tipo de ecosistemas cada especie tiene una cierta posición o lugar (nicho ecológico); algunas son tan relevantes que se les considera especies indicadoras, pues al estudiarlas es posible valorar el estado de conservación del ambiente en general, o incluso estimar cómo se encuentran otras especies en el mismo.

México es uno de los países megadiversos del planeta, junto con Indonesia, Brasil, Ecuador, Madagascar, Australia y otros. Por tal motivo, se están dando pasos significativos para proteger el ambiente, los servicios ecosistémicos y las especies en riesgo. Actualmente más de 12% del territorio nacional cuenta con la protección de leyes y decretos; hacia el año 2020 más de 20% deberá estar protegido. Sin embargo, falta mucha inversión. A este respecto, existen países donde la inversión es significativa, como Es-

Valor sistemático
Relevancia o utilidad de carácter taxonómico, biodiverso u organizacional de una especie.



Figura 1. Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Los jardines botánicos y los parques zoológicos permiten la conservación *ex situ* de la vida.

tados Unidos, Canadá, diversas naciones europeas, algunos países sudamericanos y Costa Rica.

La conservación *ex situ*

Conforme a los ejemplos mencionados, la conservación de plantas y animales comenzó hace miles de años en los jardines botánicos y los parques zoológicos. Este tipo de conservación de la naturaleza se conoce como conservación *ex situ* (del latín, que significa “fuera”), pues corresponde a la conservación de organismos vivos fuera de su medio natural.

En el caso de las plantas, la invención de los invernaderos después de la Revolución Industrial ofreció las condiciones idóneas para que especies de todo el mundo fuesen cultivadas fuera de su hábitat natural. Así se iniciaron grandes colecciones en jardines de diferentes tipos; en especial en algunos países de Europa. La conservación *ex situ* de plantas (véase el Recuadro 1) permite preservar a largo plazo el



Figura 2. Presa hidroeléctrica de Zimapán. La construcción de grandes obras de ingeniería puede devastar el ambiente; esta presa cubrió la mitad de un cañón y puso en riesgo a las biznagas.

Recuadro 1. La conservación de las plantas



Banco de semillas y material genético de maíz, CIMMYT.

Por lo general, las plantas son más resistentes que la fauna. Más aún, los bancos de germoplasma (colecciones de semillas viables y cultivos de tejidos) ya han contribuido de manera significativa a la conservación de las variedades y subespecies de numerosos cultivos masivos. En nuestro país, el CIMMYT es un centro de germoplasma que conserva semillas y material genético de las diversas variedades de maíz, provenientes de México y el mundo. Desafortunadamente, son escasos los centros de germoplasma dedicados a la conservación de especies de poca o desconocida importancia socioeconómica.

Debemos considerar que las selvas tropicales están siendo devastadas a un ritmo muy elevado; en especial las selvas mexicanas, indonesias y brasileñas. Junto con los bosques templados de América y Europa, los bosques boreales de América del Norte y Asia, y los bosques australes de Sudamérica y Australia, estos ecosistemas producen cerca de 40% del oxígeno planetario, además de prestar muchos otros servicios ambientales. Otro 60% del oxígeno de la Tierra proviene del fitoplancton marino, que es la base de las cadenas tróficas oceánicas y mantiene la pesca internacional. Asimismo, servicios como la captación de agua de lluvia en los bosques para la recarga de los acuíferos, conocidos ahora como “fábricas de agua”, apenas comienzan a valorarse. Algunos ejemplos incluyen las áreas boscosas de la Sierra Nevada (Zoquiapan-Iztaccíhuatl-Popocatepetl); el Corredor Biológico Desierto de Los Leones-Ajusco-Chichinautzin, para la Ciudad de México; el Bosque de la Primavera, para Guadalajara; y las Cumbres de Monterrey, para las ciudades de Saltillo y Monterrey.



germoplasma vivo (colecciones) o criogenizado (bancos de semillas o tejidos refrigerados). Asimismo, el hecho de guardar los **propágulos** provee a la humanidad con material genético para el cultivo.

Propágulos ▶ Estructuras de propagación, fragmentos, tejidos o semillas; también puede incluir gametos.

Existen muchas causas de la pérdida de la biodiversidad: destacan las construcciones masivas, los embalses, la deforestación y la agricultura. Un ejemplo es el de las grandes presas, como Las Tres Gargantas (China), Hoover (Estados Unidos) y Zimapán (México). Cuando se crean estos embalses, muchas de las plantas que crecían en los terrenos inundados desaparecen del medio natural. A su vez, la deforestación también es responsable de la extinción de un sinnúmero de especies, sobre todo tropicales; en dichas zonas un solo árbol puede sostener hasta 300 especies de insectos diferentes, tan sólo el **dosel** contiene hasta 1 100 especies de artrópodos y además pueden existir decenas de plantas en apenas un kilómetro (Dirzo, 1990; Heywood y Watson, 1995).

Dosel ▶ Parte o estrato superior de una selva o bosque tropical, formado por un entramado de ramas y plantas colgantes o epifitas (que crecen sobre otras plantas).

La pérdida de la fauna (defaunación) es otro grave problema, pero el hecho de contar con poblaciones reproductivas en zoológicos y reservas animales permite desarrollar proyectos de reintroducción. Algunos ejemplos exitosos incluyen a los bisontes en la región mexicana de Janos, Coahuila, y a los lobos en Yosemite, Estados Unidos. Otros programas conside-

ran al lobo mexicano, algunos osos, felinos mayores y diversas especies de aves en el planeta.

La conservación *in situ*

La conservación *in situ* se realiza directamente en los ecosistemas, por lo que permite conservar a las especies, los recursos y los servicios. Este tipo de medidas se originó hace poco más de un siglo y ha cobrado auge en las últimas tres décadas. La fundación de los Parques Nacionales impulsó la concientización del público en general en cuanto a la relevancia de proteger los medios naturales y con respecto al gran impacto que las sociedades humanas han tenido y tienen sobre el planeta (véase el Recuadro 2).

Actualmente se ha pasado de enfatizar los aspectos estéticos y monumentales a considerar el diseño y establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) con base en la presencia de especies amenazadas, especies indicadoras, así como la prestación de servicios ambientales que complementan los servicios espirituales y de esparcimiento que nos proveen los ecosistemas.

Existen varios tipos de ANP. Las más antiguas son los Monumentos Naturales y los Parques Nacionales. En los últimos 30 años se han creado nuevos tipos de ANP. Los más comunes incluyen las Reservas de la Biósfera, las Reservas Estatales y las Áreas de Conservación de Flora y Fauna. Además existen Regiones Terrestres Prioritarias para el manejo de los recursos.

Las Reservas de la Biósfera, en general, cubren un gran espacio territorial y protegen de forma más estricta el ambiente de los Parques Nacionales, pues estos últimos fueron ideados también como áreas para el esparcimiento humano. El espacio de las ANP suele organizarse en áreas o zonas núcleo —extremadamente protegidas y donde se limita inclusive la actividad científica— y áreas o zonas exteriores de diverso tipo —donde sí se pueden realizar diferentes actividades e incluso el ecoturismo—. Por otra parte, las Reservas Estatales son de carácter local o estatal, y por lo general cuentan con recursos más limitados.

Un problema con el establecimiento de las ANP es que suelen incluir ecosistemas grandes y pasan por

Recuadro 2. Los primeros Parques Nacionales

Los Parques Nacionales surgieron en Estados Unidos, al iniciarse el movimiento conservacionista en 1872, año en que se fundó Yellowstone. Galen Clark y John Muir fueron de los primeros en desarrollar e incentivar el interés de la sociedad por la conservación.

En México, la fundación de los Parques Nacionales siguió al movimiento estadounidense. Se crearon El Desierto de los Leones (1876) y el Parque Izta-Popo (1935). La primera ANP fue El Chico, en Hidalgo (Área Forestal Protegida en 1860, Área Natural Protegida en 1898 y ahora Parque Nacional, desde 1982).





Figura 3. ANP La Malintzin, en Tlaxcala. Anteriormente un Parque Nacional, es uno de los sitios mejor conservados, con poblaciones de flora alpina, así como fauna y flora de regiones templadas frías. Es importante la interacción de las comunidades para la conservación.



Figura 4. Lago Todos los Santos, Chile. La zona de los lagos es una región que conecta a Chile y Argentina a través de pasos entre los Andes. Varios Parques Nacionales permiten la conservación de los últimos bosques de alerces y araucarias en la región sur de estos países.



alto los microambientes y las poblaciones disyuntas, por lo que protegen sólo a ciertas especies, mientras que otras –por su distribución– no pueden ser englobadas en las grandes ANP. Por tal motivo, en las últimas décadas se han empezado a crear pequeñas ANP o Micro Reservas. Éstas son áreas dedicadas a pocas especies y están teniendo mucho éxito en países como Italia, Rusia y España, entre otros. Las Micro Reservas pueden aportar mucho para la conservación de las especies de **distribuciones disyuntas** o divergentes, pero tienen la desventaja de ser pequeñas, con lo que son más susceptibles a las afectaciones. No obstante, sirven como un excelente acercamiento complementario.

Distribución disyunta

Se refiere a la existencia de poblaciones aisladas, separadas o divergentes de una misma especie.

Las ANP están siendo interconectadas cada vez más mediante puentes territoriales conocidos como Corredores Biológicos. Un ejemplo notable es el Corredor Biológico Mesoamericano, que pretende conectar las ANP de Norteamérica con la región sur del continente, para englobar así diversos ambientes y preservar una mayor movilidad de especies entre las áreas. Los Corredores Biológicos se han pensado sobre todo para especies de felinos mayores, como el ocelote y el jaguar, entre otros. Muchas veces existe cierto aislamiento geográfico debido a la influencia del ser humano, pero con este tipo de ANP se pretende paliar dicho efecto y permitir el flujo genético entre las poblaciones de algunos animales en peligro de extinción.

Desplazamiento trófico

Presión y desplazamiento poblacional a causa de la competencia alimentaria.

Coleccionismo privado, tráfico e introducción de especies exóticas

Las colecciones privadas también tienen una larga historia y un fuerte impacto por su dimensión y alcance. En ocasiones se han devastado poblaciones completas de plantas amenazadas o en peligro de extinción. Como ejemplo están los coleccionistas de cactáceas y los traficantes de orquídeas; en México han provocado la pérdida de varias poblaciones para surtir el mercado creciente en Estados Unidos y en Europa (República Checa, Rusia, Alemania, Francia, Italia, España y Gran Bretaña).

Actualmente se lleva un control estricto a nivel internacional a través de organismos intergubernamentales como CITES (Convenio Internacional para el Tráfico de Especies Silvestres). No obstante, así como las plantas, ciertos animales se han visto seriamente amenazados y algunos de ellos se han extinguido. Muchas especies de aves, mamíferos y reptiles han sido mermadas por el comercio indiscriminado o por la explotación de los recursos bióticos para el mercado del acuarismo, las mascotas y los zoológicos privados.

Por otro lado, la introducción de especies exóticas puede resultar igualmente devastadora; incluso en algunos casos conlleva problemas de salud pública, como la propagación de virus como el VIH, el Zika y el dengue. Por ejemplo, en México la liberación de peces dulceacuícolas provenientes de otros lugares del mundo ha ocasionado graves efectos de competencia, y ya causó la extinción de alrededor de 17 especies nativas, tanto por el **desplazamiento trófico** como por la llegada de parásitos exóticos.

También se han afectado las poblaciones de insectos, con algunos casos impactantes, como el escape de las abejas africanas en el continente americano. Éstas son una cruce entre abejas de África y de Europa, planeada en un principio con la idea de elevar la productividad agrícola; sin embargo, acciden-



Figura 5. Peyote (*Lophophora williamsii*) en Zacatecas. Se trata de un ejemplo de planta muy buscada por los coleccionistas, así como por sus propiedades alucinógenas. En realidad sólo una subespecie está en riesgo de extinción. Únicamente los huicholes y los colectores científicos autorizados pueden coleccionar y transportar estas plantas de manera legal.

talmente se escaparon en Brasil y colonizaron una gran extensión. Estos insectos son hostiles, pueden conservar sus aguijones para producir varios piquetes y están desplazando a las abejas nativas.

Otro ejemplo ocurrió por la introducción de un tipo de nopal en las zonas semiáridas y templadas de Australia, Sudáfrica y otros lugares en donde ningún animal lo puede consumir. Este nopal se extendió sobre todo en Australia, y en pocas décadas se tenían centenares de miles de hectáreas de zonas inaccesibles. Como “solución” se buscó un depredador en Argentina: una palomilla del género *Cactoblastis*, que se llevó a las nopaleras australianas y tuvo un éxito total. Luego en Sudáfrica tuvo un éxito parcial. Pero a mediados del siglo XX se llevó a las islas del Caribe para controlar las poblaciones de nopales nativos! La palomilla se desplazó con el viento y los huracanes, de isla en isla, hasta llegar a Florida, donde devastó las nopaleras nativas; después se propagó hacia el norte y oeste, hasta Texas. Se teme que en el futuro cause problemas en algunas poblaciones nativas y en cultivos del territorio mexicano (Zimmermann y cols., 2000).

Asimismo en Australia, durante la colonización inicial por los aborígenes, se introdujeron roedores y perros Dingo que mermaron a las especies nativas de mamíferos marsupiales, sobre todo en la región oriental, que es la más húmeda. Más tarde los colonizadores europeos trajeron conejos, que cundieron y amenazaron a las plantas nativas; y posteriormente –para “controlar” a los conejos– se introdujeron gatos domésticos, los cuales se hicieron ferales; es decir, “silvestres introducidos” (Wittenberg y Cock, 2004).

■ El crecimiento poblacional, la revolución verde y el efecto de los transgénicos

■ La población humana creció de manera exponencial después de los años 50 del siglo XX. Para darnos una idea, la Ciudad de México pasó de menos de 5 000 000 de habitantes a 15 000 000 en un par de décadas, y actualmente se estiman 27 000 000 en su área conurbada. Nueva York, Chicago, Los Ángeles, Pekín, Shanghái, Tokio-Yokohama, Londres, París y otras ciudades del mundo también están creciendo.

La sobrepoblación y la migración rural-urbana generan un gigantesco aumento en la demanda de alimentos, por lo que surgió una “revolución verde”. Durante ésta se extendió el uso –antes limitado– de la maquinaria agrícola, se hicieron monocultivos en grandes extensiones y aumentó el empleo de productos químicos muy diversos para el control de plagas y la fertilización; además de que incrementaron las emisiones de carbono.

En cuanto a los cultivos transgénicos, su objetivo inmediato es o fue nutrir a una población creciente y reducir los costos de los monocultivos masivos; en particular, al “controlar” las enfermedades y depredadores (insectos) que afectan a la producción. Aunque en un principio se tuvo éxito contra las poblaciones de insectos nocivos, se ha visto que éstos se adaptan a los químicos producidos por las plantas transgénicas; además, algunas de las sustancias que sintetizan las plantas modificadas resultaron ser nocivas para el ser humano. El principal impacto quizá no ha sido directamente a la salud humana, pero sí a la salud de componentes muy importantes de la fauna en diversos ecosistemas. El ejemplo más claro y conocido es el efecto tóxico que ha tenido el polen del maíz genéticamente modificado sobre las mariposas Monarca, que tristemente ven reducida su población año tras año. Más relevante aún es el efecto tóxico de estos pólenes sobre las poblaciones de abejas. Adicionalmente, las poblaciones de murciélagos han decaído de manera drástica en Estados Unidos y el norte de México debido a que se intoxican al comerse los insectos resistentes a las nuevas sustancias químicas y adquieren enfermedades fungosas. Como parte de la cadena trófica esencial, la agricultura se verá mermada inevitablemente.

■ El aspecto social y el aislamiento moderno

■ La población humana ha cambiado radicalmente desde la Revolución Industrial. Su crecimiento se hizo exponencial, aumentó la demanda y se ejerció mayor presión sobre los recursos bióticos y abióticos, además de tener una migración masiva del campo a las ciudades. El resultado de todo esto incluye un creciente aislamiento de las sociedades modernas



Figura 6. Nahuel Huapi, Argentina. Parque Nacional colindante con Chile, en la región de los lagos Andinos. Los alerces se usaron durante cientos de años en la construcción; apenas hace pocas décadas se tomó conciencia del peligro en que se encontraban estos gigantes parecidos a las secuías norteamericanas. Actualmente se encuentran protegidos. Su crecimiento es tan lento que suelen alcanzar su altura máxima después de 1 000 años y pueden vivir más de 3 000.

respecto al mundo natural. Mucha gente carece de una noción básica sobre la importancia de los ecosistemas, la procedencia de los alimentos y otros servicios, así como la necesidad de conservar la biodiversidad del planeta. Es importante crear conciencia en torno a este tema para garantizar nuestra supervivencia.

■ ■ ■ Conclusiones

■ En este tiempo de transición tecnológica debemos hacer conciencia de las grandes necesidades de la población humana que son suplidas en su mayoría por la naturaleza, de forma tanto directa como indirecta. Asimismo, hay que intentar reducir paulatinamente nuestro impacto sobre los ecosistemas y la biodiversidad. Es importante crear un número mayor de ANP, Regiones Terrestres Prioritarias y Corredores Biológicos que permitan mantener los procesos naturales, los ciclos biogeoquímicos y la continuación del fenómeno evolutivo.

David Brailovsky Signoret

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
cactovsky@gmail.com

Lecturas recomendadas

- Conabio (s/f), *Biodiversidad mexicana*. Disponible en: <<http://www.biodiversidad.gob.mx/>>. Consultado el 28 de agosto de 2018.
- CONANP (2000), *Áreas Naturales Protegidas de México*, México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 107 pp.
- Diamond, J. (2005), *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*, Londres, Penguin Books, 608 pp.
- Dirzo, R. (1990), “La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos?”, *Ciencias*, 4:48-55.
- Heywood, V. H. y Watson, R. T. (eds.) (1995), *Global Biodiversity Assessment*, Nueva York, Cambridge University Press, 1140 pp.
- IUCN (2018), *The Red List of Threatened Species*, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Disponible en: <www.iucnredlist.org>. Consultado el 28 de agosto de 2018.
- Primack, R. (2006), *Fundamentos de conservación biológica: perspectivas latinoamericanas*, México, Fondo de Cultura Económica, 797 pp.
- UNEP (2004, 2006, 2018), *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)*. Disponible en: <www.unenvironment.org>. Consultado el 30 de agosto de 2018.
- Wittenberg R. y Cock, M. J. W. (2004), *Especies exóticas invasoras: una guía sobre las mejores prácticas de prevención y gestión*, Wallingford (Oxon), CAB Internacional/Programa Mundial sobre Especies Invasoras-IUCN, 240 pp.
- Zimmermann, H. G. et al. (2000), “*Cactoblastis cactorum*, una nueva plaga de muy alto riesgo para las opuntias de México”, *Biodiversitas*, 33:1-14.

