

## CAPÍTULO PRIMERO

### CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

I. Conceptos básicos en el ámbito ambiental . . . . .	1
II. La biodiversidad. . . . .	6
1. Conceptualización de la biodiversidad . . . . .	7
A. Diversidad genética . . . . .	9
B. Diversidad de especies . . . . .	11
C. Diversidad de ecosistemas . . . . .	13
2. Importancia de la diversidad biológica en México y su conservación . . . . .	14
3. Importancia de la diversidad biológica y su conservación a escala mundial . . . . .	22
4. Causas y consecuencias de la desaparición de la biodiversidad. .	30
III. La influencia del hombre sobre la naturaleza . . . . .	36

## CAPÍTULO PRIMERO

### CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

#### I. CONCEPTOS BÁSICOS EN EL ÁMBITO AMBIENTAL

Para introducirnos en el presente estudio, es necesario aclarar ciertos conceptos que consideramos fundamentales para tratar la temática ambiental. Por lo tanto iniciaremos con las definiciones que pertenecen al estudio de las ciencias naturales.

En el *Glosario de términos sobre medio ambiente*,<sup>1</sup> Vicente Sánchez define el *ambiente* como: "...el conjunto de condiciones externas que influyen sobre el hombre y que emanan fundamentalmente de las relaciones sociales".

El concepto de ambiente tiene un significado gramatical que comprende a todos los elementos circundantes de algo; al respecto Raúl Brañes<sup>2</sup> señala: "El ambiente debe ser entendido como un sistema, vale decir, como un conjunto de elementos que interactúan entre sí, pero con la precisión de que estas interacciones provocan la aparición de nuevas propiedades globales, no inherentes a los elementos aislados que constituyen el sistema".

Es por ello que la palabra ambiente es utilizada para designar en forma genérica a todos los sistemas posibles dentro de los cuales se integran los organismos vivos; por lo tanto no sólo se hace referencia al ambiente humano, sino más bien, a todos los ambientes posibles de los sistemas de los organismos vivos en general. Entonces, si consideramos el ambiente como un sistema al regular conductas humanas en el ámbito jurídico, debe considerarse que la alteración de uno de los elementos naturales repercutirá de manera necesaria en los demás, incluso en el hombre mismo.

<sup>1</sup> Sánchez, Vicente *et al.*, *Glosario de términos sobre medio ambiente*, México, El Colegio de México, 1982, p. 19.

<sup>2</sup> Brañes, Raúl, *Derecho ambiental mexicano*, México, Fundación Universo Veintiuno, 1987, pp. 25 y 26.

En consecuencia, proteger el ambiente es proteger a los elementos distintos al hombre, pero que hacen posible su existencia y la de los que depende su calidad de vida.

Por otro lado, debe quedar claro que ambiente no es sinónimo de ecología. El término *ecología* (del griego *oikos* casa, hogar y *logos* ciencia o el estudio de) fue acuñado en 1869 por el biólogo alemán Ernest Haeckel, quien lo definió como el estudio de las relaciones de un organismo con su ambiente inorgánico y orgánico. Actualmente se considera a la ecología como “Una rama de la biología que estudia las relaciones existentes entre los seres vivos y el ambiente que los rodea”.<sup>3</sup>

Por lo tanto, al comprender los conceptos anteriores, es evidente que no pueden ser usados indistintamente. La ecología es una ciencia y el ambiente es la suma total de todas las condiciones externas capaces de influir en los organismos vivos; lo que constituye el objeto de estudio de la ecología. Sin embargo, este término se ha incorporado al lenguaje popular y además, al lenguaje jurídico, con un sentido distinto al que le corresponde. En efecto, la palabra ecología es con frecuencia utilizada de manera errónea como sinónimo de ambiente, a menudo escuchamos en los discursos políticos que nos dicen que hay que proteger y defender a la ecología, donde podemos comprender que el orador no tiene un claro entendimiento de lo que nos expresa.

*Calidad de vida* es una expresión que se encuentra ligada a la palabra ambiente; esta relación se explica por el hecho de que la calidad de vida depende en gran medida de la calidad del ambiente.

El concepto de calidad de vida es eminentemente antropocéntrico, ya que se refiere a la calidad de vida de las personas, la cual es concebida como consecuencia de la salud psicosomática de una persona y del sentimiento de satisfacción; es por ello que las condiciones del ambiente físico son factores que influyen en la calidad de vida del ser humano, no obstante también incide el ambiente social del mismo.<sup>4</sup> Por lo tanto comprendemos que para que el hombre pueda desarrollarse en todos los aspectos de la vida, requiere de un ambiente natural adecuado, así como de condiciones económicas, sociales, culturales y espirituales que le permitan satisfacer las necesidades que se presentan en su vida.

<sup>3</sup> Pemex, *Breviario de términos y conceptos sobre ecología y protección ambiental*, México, Pemex, 1991, p. 125.

<sup>4</sup> Cfr. Brañes, Raúl, *op. cit.*, nota 2, p. 31.

Han surgido grandes polémicas en cuanto al concepto *medio ambiente*, pues se considera una redundancia ya que inicialmente se usaban de forma separada y no eran sinónimos estrictamente. A partir de 1972 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano se acuñó tal concepto, donde se estimó necesario sustituir la palabra española *medio humano* por la nueva expresión *medio ambiente*, y actualmente ha adquirido legitimidad a través del tiempo, aunque las controversias al respecto continúan.<sup>5</sup>

De igual forma la Real Academia Española ha reconocido la expresión medio ambiente definiéndola como: “Conjunto de circunstancias físicas que rodean a los seres vivos. Por extensión, conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas, sociales, etc., que rodean a las personas”.<sup>6</sup>

A su vez, Vicente Sánchez define al término en cuestión como: “...todo aquello que rodea al ser humano y que comprende: elementos naturales tanto físicos como biológicos, elementos artificiales (las tecnoestructuras), elementos sociales y las interacciones de éstos entre sí”.<sup>7</sup>

Por otra parte resulta frecuente el uso de las palabras ecosistema, bioma, biosfera, hábitat y recursos naturales, por lo que es necesario puntualizarlas.

El término *ecosistema* lo define Vicente Sánchez de la siguiente manera:

Sistema abierto integrado por todos los organismos vivos (incluyendo al hombre) y los elementos no vivientes de un sector ambiental definido en el tiempo y en el espacio, cuyas propiedades globales de funcionamiento y autorregulación derivan de las interacciones entre sus componentes, tanto pertenecientes a los sistemas naturales como aquellos modificados u organizados por el hombre mismo.<sup>8</sup>

Con base en lo anterior, un ecosistema se define en función de la comunidad biológica que es objeto de estudio; es por ello que continuamente se habla del ecosistema de determinadas especies o subespecies de flora o fauna silvestres. No obstante también se habla de ecosistemas de regiones y de cuerpos geofísicos especiales, tales como: ecosistemas de selvas húmedas, de desiertos, de islas, de lagos, etcétera; por lo tanto puede hablarse

<sup>5</sup> *Ibidem*, p. 26.

<sup>6</sup> Real Academia Española, *Diccionario de la lengua española*, 21a. ed., Madrid, Espasa, Espasa-Calpe, 1992, p. 953.

<sup>7</sup> Sánchez, Vicente *et al.*, *op. cit.*, nota 1, p. 60.

<sup>8</sup> *Ibidem*, p. 43.

de los ecosistemas de México, de un estado o de un municipio, aun cuando estas divisiones son de orden político y no biológico.

La *biosfera* es el espacio que contiene los ambientes biológicamente habitables y en el que se integran la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera, es decir, suelos, aguas y aire; en sí es la porción de tierra en la cual pueden operar los ecosistemas.<sup>9</sup>

Contreras Manfredi define el *bioma* como: "...una agrupación de ecosistemas similares en su composición vegetal; constelación de los factores ambientales que los enmarca y composición de sus poblaciones animales".<sup>10</sup>

La palabra *hábitat* es definida por Vicente Sánchez y Héctor Sejenovich como: "...aquella parte del medio ambiente en la cual se establecen los intercambios entre el hombre y los recursos que le son esenciales para cumplir con sus funciones vitales".<sup>11</sup>

Los *recursos naturales* son considerados como aquellos diversos medios de subsistencia que el ser humano toma directamente de la naturaleza. Por lo tanto, son elementos que existen en forma natural en un territorio determinado, cuya población puede utilizar en forma directa, ya sea para usarlos y conservar su esencia natural, o bien, transformarlos parcial o completamente con el fin de procurar la manutención y el desarrollo de la comunidad humana.<sup>12</sup>

Los siguientes términos implican una conexión necesaria entre dos ciencias, las sociales y las naturales, cuya relación ha surgido por la influencia del hombre sobre la naturaleza; por lo tanto, se definirán los conceptos de: conservación, degradación ambiental, desarrollo sustentable o sostenible y desde luego derecho ambiental.

La palabra *conservación*, dentro del contexto ambiental, es definida por la *Union Internationale pour la Conservation de la Nature*, como: "... la gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano, de tal suerte que produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras".<sup>13</sup>

<sup>9</sup> Cfr. Brañes, Raúl, *op. cit.*, nota 2, p. 24.

<sup>10</sup> Sánchez, Vicente *et al.*, *op. cit.*, nota 1, p. 26.

<sup>11</sup> *Ibidem*, p. 55.

<sup>12</sup> Cfr. Muñoz Barret, Jorge, "Los recursos naturales y su protección jurídica en México", en Muñoz Barret, Jorge *et al.*, *La industria petrolera ante la regulación jurídico-ecológica en México*, México, UNAM, Pemex, 1992, p. 10.

<sup>13</sup> Sánchez, Vicente *et al.*, *op. cit.*, nota 1, p. 29.

Es aquí donde cabe señalar el término que conocemos como *desarrollo sustentable o sostenible* que es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.<sup>14</sup>

La definición anterior implica, por lo tanto, protección del ambiente, salvaguarda del equilibrio de la biosfera y promoción de la economía y administración de los recursos naturales, de tal manera que las generaciones venideras no tengan que batallar por sobrevivir en condiciones de mayor degradación ambiental y con amenazas más graves que las actuales a su propia sobrevivencia.

En relación con lo anterior, es preciso definir lo que se entiende por *degradación ambiental*, al respecto Ferrer Véliz la conceptualiza como: “Evolución de un recurso en un sentido desfavorable generalmente por ruptura del equilibrio (de la naturaleza) ante un uso inadecuado”.<sup>15</sup>

Al conjuntar los conceptos anteriores se aprecia que para que el hombre satisfaga sus necesidades requiere de los recursos que la naturaleza le proporciona, los cuales se mueven a través del sistema económico, con ello logran un desarrollo en cuanto al bienestar individual y colectivo. Como consecuencia se obtiene un mejor nivel de vida para todos los seres vivos que poblamos el planeta. No obstante, para seguir con la obtención de los beneficios que la naturaleza nos da, es necesario buscar modelos de desarrollo que permitan aprovechar de manera sustentable los recursos existentes y que el progreso continúe. Para ello, el derecho ambiental juega un papel primordial, ya que será quien establezca las normas bajo las cuales se regularán las acciones del hombre frente a la naturaleza.

Se han dado varias definiciones respecto al *derecho ambiental*, sin embargo sólo mencionaremos algunas de las más relevantes.

Al respecto Raúl Brañes menciona tres definiciones de derecho ambiental: “...conjunto de reglas que se ocupan de la protección jurídica de aquellas condiciones que hacen posible la vida, en todas sus formas”.<sup>16</sup> “El conjunto de las normas jurídicas que están orientadas a la protección de la biosfera (considerando la tecnosfera) en tanto escenario que hace posible la vida...”.<sup>17</sup>

<sup>14</sup> Cfr. Fundación Friedrich Ebert, *Nuestro futuro común. Explicación del reporte Brundtland (un resumen)*, México, Fundación Friedrich Ebert, 1991, p. 7.

<sup>15</sup> Sánchez, Vicente *et al.*, *op. cit.*, nota 1, p. 36.

<sup>16</sup> Brañes, Raúl, *op. cit.*, nota 2, p. 24.

<sup>17</sup> *Idem.*

El conjunto de normas jurídicas que regulan las conductas humanas que pueden influir de una manera relevante en los procesos de interacción que tienen lugar entre los sistemas de los organismos vivos y sus sistemas de ambiente, mediante la generación de efectos de los que se espera una modificación significativa de las condiciones de existencia de dichos organismos.<sup>18</sup>

Ramón Martín Mateo establece: “Es la interacción entre la sociedad y su entorno físico, intentando disciplinar las relaciones sociales en función de los deseables o indeseables cambios ambientales”.<sup>19</sup>

A su vez Carmen Carmona señala: “Es la forma en que el sistema jurídico interactúa entre los sistemas ecológicos estableciendo formas de uso, aprovechamiento racional de los elementos que lo conforman en la sociedad y a individuos que tienen que adoptar una forma de conducta especial para llevar una relación adecuada con el entorno”.<sup>20</sup>

Sobre la base de las definiciones arriba citadas podemos decir que el derecho ambiental regula de manera general el binomio hombre-naturaleza, esto es, regula la conducta del hombre que puede considerarse de interés ambiental, la cual puede influir sobre los procesos de interacción que tienen lugar entre los sistemas de los organismos vivos y sus sistemas de ambiente. Dichas conductas son de interés para el derecho ambiental siempre y cuando modifiquen de una manera importante las condiciones de existencia de los organismos vivos y por tanto generen consecuencias ambientales significativas.

En consecuencia, el derecho ambiental tiene relación con la continuidad de la vida sobre la Tierra, lo cual se vincula con el mantenimiento de las condiciones que la hicieron posible y la influencia que sobre ellas tiene el hombre.

## II. LA BIODIVERSIDAD

La diversidad biológica o biodiversidad es un tema de interés fundamental, ya que nuestro planeta se enfrenta a una pérdida progresiva e irrecuperable de la misma; las actividades humanas han reducido la biodiversi-

<sup>18</sup> *Ibidem*, p. 32.

<sup>19</sup> Martín Mateo, Ramón, *Derecho ambiental*, Madrid, España, Instituto de Estudios de Administración Local, 1977, p. 72.

<sup>20</sup> Carmona Lara, Ma. del Carmen, *Derecho ecológico*, México, UNAM, 1991, p. 8.

dad a escala mundial, nacional y regional, tendencia que continúa. Esto se manifiesta en la pérdida de poblaciones vegetales y animales, en la extinción, el agotamiento de especies y en la simplificación de comunidades y ecosistemas.

Por esta razón la creciente disposición por la custodia de nuestra riqueza biológica ha implicado un esfuerzo por definirla, indagar el motivo de su existencia, así como las causas de su extinción.

El patrimonio natural, catalogado como patrimonio común de la humanidad, tiene un valor incalculable puesto que es el resultado de la evolución de todo un proceso histórico que se ha manifestado en el tiempo de manera irrepetible, por lo que la disminución y más aún la carencia de la biodiversidad, es el efecto directo o indirecto más trascendental e irreversible de las actividades humanas.

### 1. *Conceptualización de la biodiversidad*

La palabra biodiversidad es una contracción de la expresión *diversidad biológica*, que se refiere a la variedad o diversidad del mundo biológico. El término se acuñó en 1985 y se ha utilizado mucho en los años noventa, tanto en los medios de comunicación como en círculos científicos y de las administraciones públicas.<sup>21</sup>

La especie humana depende de la biodiversidad para su supervivencia, es por ello que se puede considerar la expresión *diversidad biológica* como un sinónimo de *vida sobre la Tierra*.<sup>22</sup>

El concepto de diversidad biológica o biodiversidad hace referencia a la riqueza o variedad de formas vivientes: plantas, animales y microorganismos, los cuales se mantienen como seres vivos debido a la gran constelación de genes que poseen. Los organismos a su vez se encuentran acomodados en comunidades o ecosistemas que, en última instancia, caracterizan los paisajes del planeta Tierra.<sup>23</sup>

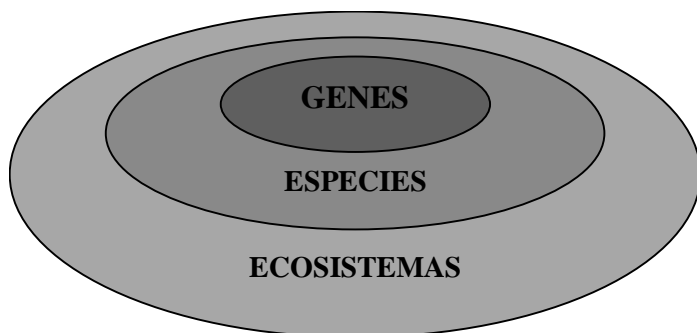
<sup>21</sup> Cfr. "Biodiversidad", *Enciclopedia Microsoft Encarta*, Microsoft Corporation, 2000.

<sup>22</sup> Dicha semejanza se señala en el Convenio sobre Diversidad Biológica, al cual nos referiremos en el capítulo tercero.

<sup>23</sup> Cfr. Dirzo, Rodolfo y Miranda, Álvaro, "Deforestación y diversidad biológica", en Rivero Serrano, Octavio y Ponciano Rodríguez, Guadalupe (comps.), *La situación ambiental en México*, México, UNAM, Programa Universitario de Medio Ambiente, 1996, p. 241.



La biodiversidad comprende tres niveles de expresión de variabilidad biológica: genes, especies y ecosistemas, que son el resultado de más de 3,000 millones de años de evolución. En estos niveles se integra una amplia gama de fenómenos, de manera que la biodiversidad de un país se refleja en los diferentes tipos de ecosistemas que contiene, el número de especies que posee, el cambio en la riqueza de especies de una región a otra, el número de endemismos, las subespecies y variedades o razas de una misma especie, entre otros (*figura 1*).<sup>24</sup>



*Figura 1.* Niveles de organización incluidos en el concepto de biodiversidad.

A los niveles de diversidad biológica también se les distingue como: 1) diversidad intraespecífica, referida a la gran cantidad de información genética que determina la enorme variación que existe entre los individuos de una misma especie; 2) diversidad interespecífica, que se refiere al número de especies diferentes; y 3) diversidad de ecosistemas o tipos de paisaje, tales como desiertos, selvas, bosques de coníferas, etcétera.<sup>25</sup>

Sin embargo, de estos tres niveles el menos difundido es el referente a la diversidad intraespecífica o diversidad genética, por lo que el conocimiento sobre la magnitud de la riqueza biológica del planeta se limita al entendimiento del número de especies, es decir al segundo nivel.

<sup>24</sup> Cfr. Conabio, *La diversidad biológica de México: estudio de país 1998*, México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 1998, p. 62.

<sup>25</sup> Cfr. Dirzo, Rodolfo y Miranda, Álvaro, *op. cit.*, nota 23, p. 241.

Pero la biodiversidad existe dentro de lo que denominamos especies, la presencia de distintos alelos para cada gen es la fuente primordial de materia prima para el proceso evolutivo; del mismo modo la diversidad biológica se manifiesta en la heterogeneidad inmersa en un ecosistema.<sup>26</sup>

Dentro del ámbito jurídico internacional, el Convenio sobre Diversidad Biológica, el cual será estudiado en el capítulo tercero, define a la biodiversidad en el artículo 2o., párrafo 6, cuya transcripción es la siguiente:

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

Como podemos advertir, en la definición citada se hace referencia a los tres niveles de variabilidad biológica, lo cual implica protección jurídica a genes, especies y ecosistemas, por lo que es preciso detallar cada uno de los niveles, con el fin de obtener una mayor percepción de su alcance e importancia.

#### A. *Diversidad genética*

La diversidad genética es la variación entre las unidades de herencia o genes de los individuos de una especie, que se deriva principalmente de las mutaciones. Existen distintas versiones de un gen y muchas de ellas se expresan a escala individual, son heredables y resultan ser la materia prima de la selección natural;<sup>27</sup> es por ello que la diversidad genética nos permite encontrar una amplia y variada diferencia entre los organismos individuales. Su estructura depende en lo esencial de las variaciones que experimenta la secuencia de los cuatro pares de bases que forman los ácidos nucleicos, entre ellos el ácido desoxirribonucleico o ADN, base del

<sup>26</sup> Cfr. Halffter, Gonzalo y Ezcurra, Exequiel, “¿Qué es la biodiversidad?”, en Halffter, Gonzalo (comp.), *La diversidad biológica de Iberoamérica I*, Xalapa, Ver., México, CYTED-D, Programa Universitario de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, A.C., Secretaría de Desarrollo Social, 1992, p. 3.

<sup>27</sup> Conabio, “Genes”, México, <http://www.conabio.gob.mx/biodiversidad/bio4.htm>, fecha de consulta: 18 de febrero de 2001.

código genético donde se encuentra la información a partir de la cual se construyen los seres vivos.<sup>28</sup>

La diversidad genética ha sido definida por Ledig como una *trinidad* biológica constituida por: la diversidad de alelos del mismo gen dentro de una especie, el conjunto de diferencias genéticas que caracterizan a diferentes poblaciones, y las enormes bibliotecas de información genética que caracterizan a cada una de las especies. La diversidad genética puede, por lo tanto, definirse jerárquicamente en tres niveles: al nivel de un alelo, de un grupo de alelos que tienden a variar en conjunto, y al nivel del genoma completo de una especie.<sup>29</sup>

La conservación de la diversidad genética es de suma importancia, basta con decir que de ella depende la evolución de las especies ya que les permite afrontar cambios ambientales. Ahora bien, desde el punto de vista económico este primer nivel de variabilidad biológica da lugar a la domesticación (técnica basada en la selección artificial de plantas y animales con características benéficas para el ser humano a través de siembra, de semilla o fragmentos de plantas provenientes de individuos con dichas características y los genes que las determinan), proceso que se lleva a cabo en la actualidad con distintos niveles de sofisticación tecnológica, tanto en centros de investigación como en las parcelas que cultivan los campesinos. En México, varias comunidades indígenas han seleccionado una gran cantidad de cultivos, los cuales permiten la subsistencia humana ya que cada una de estas variedades está integrada por un código genético particular; es por ello que sin variación genética, la transformación de la especie a través de la selección no es posible. Esta diversidad de recursos genéticos vegetales tiene en muchos casos varias ventajas, un ejemplo sencillo es el siguiente: si un agricultor planta cierto número de variedades de una especie quedará en cierto modo asegurado frente al riesgo de perder toda la cosecha, pues es poco común que las condiciones climatológicas adversas o los parásitos afecten por igual a todas ellas. Cabe destacar que también en los genes de los organismos se encuentra almacenada una gran cantidad de información para la elaboración de productos alimenticios, farmacéuticos e industriales.<sup>30</sup>

Por lo tanto, la conservación de la diversidad genética presenta varias ventajas reales para el desarrollo de la humanidad. Las poblaciones que

<sup>28</sup> Cfr. Conabio, *op. cit.*, nota 24, p. 93.

<sup>29</sup> Cfr. Halfiter, Gonzalo y Ezcurra, Exequiel, *op. cit.*, nota 26, p. 21.

<sup>30</sup> Conabio, *op. cit.*, nota 27.

forman una especie comparten una reserva de diversidad genética, es por ello que si se reducen poblaciones que albergan una proporción considerable de esta variación genética, aunque persista la especie, la selección natural cuenta con un espectro de variedad genética menor sobre el cual actuar, y las oportunidades de cambio evolutivo pueden verse seriamente mermaid. La pérdida de diversidad genética dentro de una especie se llama erosión genética, y muchos científicos se muestran cada vez más preocupados por la necesidad de neutralizar este fenómeno, ha recibido especial atención el fitomejoramiento de cultivos. Los grandes bancos de germoplasma que sostienen el desarrollo de nuevas variedades de cultivos buscan mantener en condiciones *ex situ*<sup>31</sup> parte de la inmensa variación genética existente en cultivos locales, ya que con la extinción de una especie se pierde de manera irreversible el genoma completo.<sup>32</sup>

### B. *Diversidad de especies*

La diversidad de especies es el número de especies diferentes que conviven en un área geográfica determinada; en ocasiones, se denomina también riqueza de especies cuando se hace referencia a un grupo o taxón particular, por ejemplo, se habla de riqueza de especies de orquídeas o de vertebrados.<sup>33</sup>

La riqueza de especies varía geográficamente, las áreas más cálidas tienden a mantener más especies que las más frías, las más húmedas son más ricas que las más secas; las zonas con menores variaciones estacionales suelen ser más ricas que aquellas con estaciones muy marcadas; por último, las zonas con topografía y clima variado mantienen más especies que las uniformes.<sup>34</sup>

Cabe señalar que este segundo nivel no sólo depende de la riqueza de especies, sino también de la dominancia relativa de cada una de ellas. Las

<sup>31</sup> La conservación de especies *ex situ* es aquella que se desarrolló fuera del hábitat natural de las especies y se considera como complemento y apoyo a los esfuerzos de conservación *in situ*, de tal forma se puede conservar parte de la diversidad genética y especies particulares que están en riesgo. Los mecanismos de conservación *ex situ* son: los bancos de germoplasma, las colecciones de cultivo de tejidos y cultivos microbianos o colecciones de organismos vivos como zoológicos, acuarios y jardines botánicos. Cfr. Conabio, *op. cit.*, nota 24, pp. 200-203.

<sup>32</sup> Cfr. Halfiter, Gonzalo y Ezcurra, Exequiel, *op. cit.*, nota 26, pp. 6 y 22.

<sup>33</sup> Cfr. Conabio, *op. cit.*, nota 24, p. 82.

<sup>34</sup> Cfr. "Biodiversidad", *Enciclopedia Microsoft Encarta*, *op. cit.*, nota 21.

especies en general se distribuyen conforme a jerarquías de exuberancia, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras, por lo tanto, entre mayor sea el grado de dominancia de alguna especie y de rareza de las demás, menor será la biodiversidad de la comunidad. Las especies muy distintas contribuyen, por definición, más a la biodiversidad que las similares. Por tanto, si hay que elegir entre conservar uno de dos lugares con igual número de especies, sería mejor elegir el que alberga mayor número de especies esencialmente distintas frente al que mantiene especies más afines.<sup>35</sup>

Respecto a la diversidad de especies, cualquier área contribuye a la diversidad mundial, tanto por el número de especies presentes en ella como por la proporción de especies únicas de esa zona. Estas especies únicas se llaman *endémicas*. Se dice que una especie es endémica de una zona determinada si su área de distribución está enteramente confinada a esa zona (el término deriva de la medicina que considera endémicas a las enfermedades limitadas a cierto territorio y epidémicas a las muy extendidas). Por definición, las especies endémicas de un lugar determinado no se encuentran en ningún otro, cabe destacar que México es un país que se distingue por poseer una elevada proporción de especies endémicas. Los endemismos pueden también definirse en términos de límites nacionales. Esto tiene una importancia enorme para la conservación de la diversidad biológica, porque casi sin excepción, las acciones de conservación y gestión se aplican y mantienen a escala de política nacional.<sup>36</sup>

La conservación de especies tiene una importancia ecológica considerable pues algunas especies clave desempeñan una importante función en el mantenimiento de la diversidad de una comunidad de otras especies. Es el caso de los árboles grandes, los cuales aumentan la biodiversidad local ya que proporcionan numerosos recursos naturales para otras especies (aves, parásitos, herbívoros que se alimentan de frutos, y muchos otros organismos); no obstante hemos permitido y peor aún, hemos contribuido a la extinción de varias especies. La extinción es considerada, en términos biológicos, como un fenómeno completamente natural y periódico (ya que en algunos casos es el resultado de un proceso evolutivo que ocurre en un lapso de varios cientos o varios miles de años), que constituye parte del proceso de evolución en el que surgen nuevas especies que sustituyen o reemplazan a las ya existentes. La preocupación actual sobre la extinción radica en

<sup>35</sup> Cfr. Halffter, Gonzalo y Ezcurra, Exequiel, *op. cit.*, nota 26, pp. 6 y 7.

<sup>36</sup> Cfr. "Biodiversidad", *Enciclopedia Microsoft Encarta*, *op. cit.*, nota 21.

que la tasa de desaparición de especies sobrepasa la tasa de extinción promedio anterior a la aparición del hombre, ya que se calcula que desaparecen mil especies por año, sin embargo otros cálculos estiman que una especie se extingue cada quince minutos. Si además consideramos que la extinción no es un proceso aislado, sino que genera una reacción en cadena, la pérdida de una especie puede provocar a su vez la extinción de otras que dependen de la primera.

Los factores que causan la desaparición de especies son varios, no obstante, la mayoría de ellos se encuentran asociados con actividades humanas. Las principales causas que afectan la supervivencia de las especies de flora y fauna en México, como en otros países, se pueden clasificar de la siguiente manera: causas directas que incluyen todas las actividades humanas como la caza, el comercio y control de plagas por envenenamiento; y causas indirectas que comprenden la modificación o destrucción del hábitat natural. Estas causas a su vez se pueden dividir en destrucción o modificación de la cobertura vegetal, contaminación, la introducción de especies exóticas y las extinciones secundarias producto de otras extinciones previas.<sup>37</sup>

La extinción de especies, como ya se mencionó, alcanza en la actualidad proporciones catastróficas por lo que es preciso evitar de manera definitiva las actividades que destruyen o modifican la biodiversidad de forma intencional o accidental, puesto que la desaparición de las especies elimina la posibilidad de contar con los beneficios actuales o potenciales que directamente nos brindan.

### C. *Diversidad de ecosistemas*

La diversidad de ecosistemas hace referencia a la variedad de comunidades de organismos que ocurren en determinadas áreas, la cual incluye a las especies que las componen, los procesos e interacciones que desempeñan y los cambios en la composición de especies de una región a otra.<sup>38</sup> Este tercer nivel es también conocido, de manera errónea, como diversidad ecológica.

<sup>37</sup> Cfr. Flores Villela, Óscar y León Paniagua, Livia, “Extinción de especies en México”, en Toledo, Gabriela y Leal Pérez, Marina (eds.), *Destrucción del hábitat*, México, UNAM, Programa Universitario de Medio Ambiente, 1998, pp. 155-166.

<sup>38</sup> Conabio, “Ecosistemas”, México, <http://www.conabio.gob.mx/biodiversidad/bio21.htm>, fecha de consulta: 18 de febrero de 2001.

La diversidad de los ecosistemas suele evaluarse en términos de distribución mundial (heterogeneidad espacial) o continental (diversidad presente en un sitio). La primera es una medida del grado de partición del ambiente en parches o mosaicos biológicos, es decir, mide la contigüidad de hábitats diferentes en el espacio sobre la base de tipos de ecosistemas definidos según sus características generales (clima, biogeografía, vegetación potencial y vegetación modificada por el hombre); y la segunda es una función de la diversidad de especies dentro de un mismo ecosistema.<sup>39</sup>

La fragmentación y la destrucción de los hábitats naturales provocan serios efectos en la conservación de la biodiversidad; cuando un área natural es trastornada, se registran cambios importantes en la intensidad de la luz, la humedad y la temperatura, por lo que se afectan la base y los eslabones de cadenas alimenticias completas. En sí se perturban las funciones de los ecosistemas, las cuales proveen de servicios ecológicos no sólo a las especies silvestres sino también (y en gran escala) al hombre. Un factor importante en la destrucción de ecosistemas ha sido la explosión demográfica, pero sobre todo el desarrollo mal conducido de la infraestructura carretera, eléctrica, ferroviaria, energética, pesquera e hidráulica, puesto que no hay seguimiento a los instrumentos de ordenamiento ecológico y evaluaciones de impacto ambiental; lo cual nos conduce a la pérdida inevitable de ecosistemas y por consecuencia la extinción de especies.

Recordemos que la biodiversidad implica tres niveles que van unidos, dependen uno del otro, por lo que no podemos atender sólo el primero o el segundo, pues sería un error. La biodiversidad es un todo con tres niveles y características distintas, pero con necesidades semejantes que indudablemente requieren protección jurídica eficaz ante las actividades del ser humano que día a día deterioran su funcionamiento.

## *2. Importancia de la diversidad biológica en México y su conservación*

La extraordinaria riqueza cultural de México ha sido ampliamente difundida; sin embargo, su gran diversidad biológica en sus tres ámbitos es poco conocida y valorada. Nuestro planeta se enfrenta a una pérdida progresiva de su biodiversidad, es por ello que día con día cobra mayor impor-

<sup>39</sup> Cfr. Halffter, Gonzalo y Ezcurra, Exequiel, *op. cit.*, nota 26, p. 5.

tancia el conocimiento de la riqueza natural de México, puesto que sólo el conocimiento, entendimiento y respeto a la naturaleza nos permitirá abrir la posibilidad de desarrollo en un mundo que enfrenta serios problemas en su relación con el medio ambiente. El objetivo de este punto es dar a conocer un panorama general de la riqueza natural con que cuenta nuestro país.

El Fondo Mundial para la Vida Silvestre ha establecido que del 100% de la diversidad biológica del mundo, entre el 50 y el 80%, se encuentra en doce países tropicales, por lo que son considerados *países de megadiversidad* de los cuales los seis principales son: Brasil, Colombia, México, Zaire, Madagascar e Indonesia.<sup>40</sup>

El concepto de *país de megadiversidad* hace referencia a los países que contienen un porcentaje extraordinario de la biodiversidad del planeta. Aunque existen más de 170 países en el mundo, sólo 111 de ellos se encuentran situados, parcial o totalmente, en los trópicos y de ellos México es uno de los más importantes (*figura 2*).<sup>41</sup> Sin embargo, nuestro país no sólo goza de incomparable riqueza y abundancia natural, sino que en el contexto internacional, el sur de México es considerado como una de las áreas críticas o *hotspots* más amenazadas.

México, mosaico de paisajes y culturas que ocupa dos millones de kilómetros cuadrados, es un país en el que la diversidad de formas de vida alcanza una magnitud extraordinaria, en términos generales, se puede decir que nuestro país alberga 10% de la biodiversidad terrestre del planeta. Es el tercer país de mayor diversidad biológica; el primero en número de especies de reptiles (707 especies, de los cuales 393 son endémicas, es decir, 57% ocurren sólo en México); segundo en especies de mamíferos (439 especies, 139 son endémicas, equivalente al 33% de ellas); el cuarto en riqueza de anfibios (282 especies, 176 son endémicas, lo que representa 62% del total) y de fanerógamas (con aproximadamente 26,000 especies); el décimo en especies de mariposas con alas posteriores bifurcadas, las cuales pueden ser usadas como indicador de diversidad de invertebrados y ade-

<sup>40</sup> Cfr. Williams-Linera, Guadalupe *et al.*, “Estado de la biodiversidad en México”, en Halfpeter, Gonzalo (comp.), *La diversidad biológica de Iberoamérica I*, Xalapa, Ver., México, CYTED-D, Programa Universitario de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología A.C., Secretaría de Desarrollo Social, 1992, p. 299.

<sup>41</sup> Cfr. Mittermeier, Russell A. y Goettsch de Mittermeier, Cristina, “La importancia de la diversidad biológica de México”, en Sarukhán, José y Dirzo, Rodolfo (comps.), *México ante los retos de la biodiversidad*, México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 1992, pp. 68 y 69.





Figura 2

más en México se encuentra el 50% de las 900 especies de cactáceas conocidas en el mundo.<sup>42</sup>

Ahora bien, para que un país albergue una diversidad extraordinaria y por tanto sea considerado megadiverso, influyen varios aspectos, no económicos ni políticos, sino más bien históricos, geológicos, biogeográficos y sobre todo la colaboración de varios fenómenos naturales, por lo que su constitución no es creada de la noche a la mañana, sino que es el resultado de toda una intensa historia geológica que en nuestro caso nos ha favorecido enormemente.

Cemex (Cementos de México), con la colaboración de la Agrupación Sierra Madre, realizó un valioso estudio de la diversidad de especies animales que pueblan el territorio de México, el cual fue publicado en la obra intitulada *Diversidad de fauna mexicana*.<sup>43</sup> En dicho escrito se señalan de manera detallada los factores que han contribuido para que México sea un país megadiverso.

<sup>42</sup> Cfr. 1. *Ibidem*, pp. 70 y 71. 2. Williams-Linera, Guadalupe *et al.*, *op. cit.*, nota 40, p. 299. 3. Robles Gil, Patricio (dir.), *Diversidad de fauna mexicana*, 2a. ed., México, Cemex, S.A. de C.V., Agrupación Sierra Madre, S.C., 1996, p. 15.

<sup>43</sup> Cfr. Robles Gil, Patricio (dir.), *op. cit.*, nota 42, pp. 17-33.

*Cuadro 1.* Se representa a cuatro grupos de especies representativos de la biota.<sup>44</sup>

<i>Países y número de especies</i>					
Plantas	Brasil 55,000	Colombia 45,000	China 30,000	México 26,000	Australia 25,000
Anfibios	Brasil 516	Colombia 407	Ecuador 358	México 282	Indonesia 270
Reptiles	México 707	Australia 597	Indonesia 529	Brasil 462	India 433
Mamíferos	Indonesia 519	México 439	Brasil 421	China 410	Zaire 409

La actividad volcánica que dejó más de 4,000 conos que aún no ha concluido y los fenómenos de tectónica de placas y deriva continental ponen de manifiesto la dimensión de los procesos geológicos que, a lo largo de millones de años, dieron como resultado uno de los más complejos escenarios de la Tierra: el territorio mexicano lleno de contrastes, dunas de yeso, manantiales y oasis en el desierto de Coahuila; bosques de niebla en los Altos de Chiapas; sistemas de cenotes en las entrañas de la península de Yucatán; páramos alpinos en las faldas del Popocatepetl y del Iztaccíhuatl y selvas húmedas en la cuenca del Usumacinta. Al noroeste, enfrente del desierto de Sonora, una península solitaria delimita un estrecho golfo de aguas profundas salpicado de islas e islotes. Al norte, hondas cañadas tropicales surcan la Sierra Tarahumara que se resuelve en los vastos pastizales de Chihuahua. Al noreste, las mesetas áridas se extienden hasta la Sierra Madre Oriental, cuya otra vertiente desciende al Golfo de México por las llanuras de Tamaulipas y sus lagunas costeras. Con una altitud promedio de 2,200 metros y cumbres de más de 5,500 metros, un eje volcánico punteado de lagos atraviesa de una costa a otra el centro del país. Más al sur, las abruptas serranías de Guerrero y Oaxaca quedan completamente interrumpidas en el Istmo de Tehuantepec. La Sierra Madre de Chiapas cede el paso a la selva lacandona, por donde el Usumacinta corre hacia el Golfo de México e inunda junto con el Grijalva los pantanos de Centla en Tabasco. Por último, la península de Yucatán, plana y caliza, separa el Golfo de México de las aguas del Caribe, donde se localiza la segunda barrera coralina más

<sup>44</sup> Cfr. Mittermeier, Russell A. y Goettsch de Mittermeier, Cristina, *op. cit.*, nota 41, p. 70.

extensa del mundo. Cabe destacar que de este escenario geográfico se desprende el motivo por el cual contamos con una gran variedad de climas, puesto que formamos un país que tiene una gran cantidad de tipos de ecosistemas, prácticamente se encuentran en México todos, excepto los polares.

El territorio mexicano, por su posición en el continente, es un eslabón entre las dos grandes regiones biogeográficas del planeta: la región neártica en el norte, y la neotropical en el sur. Todo comenzó con una serie de islas y volcanes que comenzaron a unirse hace siete millones de años, este puente, cuya angostura se prolonga hasta Centroamérica, sirvió como paso y permitió la propagación de plantas y animales terrestres provenientes tanto del norte como del sur, los cuales una vez establecidos evolucionaron y se diferenciaron; de igual forma sirvió de barrera entre la fauna marina del Pacífico, del Caribe y del Golfo de México. La fauna neártica penetró ampliamente en la franja central del país, en cambio, la fauna neotropical sólo logró extenderse al norte por las planicies costeras, ya que las elevadas montañas del Eje neovolcánico y de la Sierra Madre Oriental y Occidental constituyen grandes obstáculos.

Las migraciones de plantas y animales, así como los cambios de corteza terrestre y del clima dejaron aisladas muchas especies en cañadas, valles, islas y cimas, lo que favoreció que un gran número de especies se hicieran endémicas. Por esta razón casi la mitad de las especies de plantas, anfibios y reptiles que se encuentran en México, y un tercio de las de mamíferos, no existen en ningún otro lugar del planeta.

En cuanto a la distribución de especies, la historia geológica influyó en gran escala. Las regiones tropicales son ricas en especies pero pobres en endemismo, el motivo es su periodo de existencia. Es por ello que las selvas tropicales húmedas, como la de los chimalapas en Oaxaca y la región lacandona en Chiapas, con su penetrante olor a tierra, intensa humedad y vegetación exuberante de helechos, palmas y platanillos, árboles gigantes con hojas de innumerables tonalidades de verde y amarillo, cargados de musgos, lianas y orquídeas, poseen una biodiversidad de proporciones inusitadas. Basta mencionar como un ejemplo ilustrativo que una hectárea de selva chiapaneca puede albergar 100 especies de plantas y hasta 3,250 árboles y en un solo árbol pueden existir cientos de especies de escarabajos, hormigas y otros insectos. En cambio, la mayor parte de los vertebrados endémicos viven en regiones geológicamente antiguas o muy aisladas, como los mamíferos del Eje neovolcánico y de la llanura costera del Pacífico, o los reptiles de las islas del Golfo de California y de la Sierra Madre del Sur.

La silueta de elevados volcanes, los accidentados relieves, los fríos inviernos, los helados amaneceres y los bosques de pinos y encinos caracterizan las montañas del Eje neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, regiones ricas en especies endémicas que se originaron a lo largo de millones de años por el aislamiento causado por las expansiones, contracciones y fragmentaciones de la vegetación durante el Pleistoceno; en estos ambientes se diferenciaron y sobrevivieron especies únicas de mamíferos. Con ello se destaca que no sólo los bosques tropicales contribuyen a la biodiversidad de México ya que los bosques de pino-encino son los más diversos de la Tierra con 55 especies de pinos, de los cuales 85% son endémicas, los encinos son los segundos más diversos con 138 especies y el 70% son endémicas.

En cuanto a la fauna marina, la mayor diversidad se localiza en los arrecifes coralinos del Caribe que se extienden a lo largo de 200 kilómetros frente a la costa de Quintana Roo, donde encuentran cobijo y alimento cientos de especies de esponjas, medusas, camarones, pepinos de mar, cangrejos, langostas y peces de diversas formas y colores. Por el contrario, en el norte abundan especies endémicas, tanto acuáticas como terrestres, tal es el caso del valle de Cuatro Ciénagas que resalta en la seca monotonía del centro de Coahuila con sus bastos manantiales de aguas termales y frías, lagos, pozas profundas y dunas de arena.

Con base en el panorama arriba descrito podemos señalar que el estado de Oaxaca, en primer lugar, seguido por Chiapas, Veracruz, Guerrero y Michoacán cuentan con una amplia biodiversidad. Asimismo, las entidades con más alto índice de endemismo son Baja California Norte, Baja California Sur y Oaxaca.

En cuanto al conocimiento de la diversidad genética, desgraciadamente existen muchas interrogantes respecto a especies silvestres como domesticadas de México, el número estudiado ha sido muy pequeño, sobre todo si consideramos la enorme diversidad de especies que alberga nuestro país. Especies con gran utilidad para el hombre, tales como las especies silvestres del maíz, contienen una considerable cantidad de variación genética, no obstante, se encuentran amenazadas por el deterioro tan avanzado de los ecosistemas naturales. Se estima que alrededor de 180 géneros de plantas han sido domesticados en nuestro país, de las cuales la mayoría tienen un uso ya sea alimenticio, ornamental, o para fabricar textiles y utensilios. El caso del aguacate es un excelente ejemplo de selección artificial de variabilidad genética, además de que es una especie originaria de México. Nuestro país es depositario del germoplasma de esta variedad que es importante en

el ámbito comercial, de igual forma es el primer consumidor y productor de aguacate. En el aspecto cultural existe una prolongada historia de domesticación del mismo, ya que ha sido fuente importante de aceites de dieta y es elemento importante en huertos tradicionales. Sobre la base de lo anterior, se ha considerado a México como uno de los centros de domesticación de plantas más importantes del mundo. Nuestro territorio es uno de los pocos países de origen y diversidad de especies de importancia agrícola, es por ello que debemos conservar tanto la diversidad domesticada como la diversidad silvestre, ya que nos permitirá asegurar el alimento para ésta y las futuras generaciones y además representa un valor económico inmediato para todos.<sup>45</sup>

Por todo lo anterior, debemos concentrar esfuerzos para conservar la biodiversidad de México, ya que actualmente contamos con grandes tasas de especies (tanto vegetales como animales) en peligro de extinción, amenazadas, raras o bajo protección especial. Contamos con 887 especies de plantas, 57 de hongos, 722 de vertebrados (se descartan las especies raras en la naturaleza) y 51 especies de invertebrados entre corales, moluscos, equinodermos y algunos grupos de artrópodos.<sup>46</sup>

Existen por lo menos quince especies de plantas que están extintas y 120 en peligro de extinción por diversas causas. Las familias de plantas con mayor número de especies amenazadas o en peligro de extinción en México son: las cactáceas, orquídeas, palmas, cicadáceas y agaves; en el caso de los hongos hay por lo menos 21 especies amenazadas por el comercio de sus cuerpos fructíferos, y alrededor de ocho en peligro por la destrucción de su hábitat natural.<sup>47</sup>

En cuanto a la fauna marina, en México existen alrededor de 2,122 especies de peces, de los cuales catorce de agua dulce están extintas, dos extirpadas y 39 en peligro de extinción, tal es el caso de la carpa del Bravo, la de Parras y el cachorrito de Parras, extintas desde 1930. En el caso de las especies marinas, hacen falta estudios para determinar el estado de conservación; no obstante la fauna del Golfo de California está considerada como una especie amenazada.<sup>48</sup>

<sup>45</sup> Cfr. Conabio, *op. cit.*, nota 24, pp. 93-97.

<sup>46</sup> Cfr. Flores Villela, Óscar y León Paniagua, Livia, *op. cit.*, nota 37, p. 156.

<sup>47</sup> *Idem.*

<sup>48</sup> Cfr. Espinosa Pérez, H., "Riqueza y diversidad de peces", *Ciencias*, México, número especial 7, 1993, pp. 77-84.

Los anfibios, a pesar de la gran diversidad que existe en México, corren la misma suerte, ya que se estima que hay actualmente nueve especies en inminente peligro de extinción y dos especies de ranas están extintas. Estos datos deben ser tomados en cuenta con gran interés, ya que los anfibios son organismos indicadores del bienestar de los ecosistemas en los que habitan, puesto que su piel es sumamente permeable. Además, los huevos y las larvas de las especies que se desarrollan en el agua tienen la facultad de servir como guía de la calidad del ambiente, ya que son susceptibles a las sustancias tóxicas presentes tanto en el agua como en el suelo. En cuanto a los reptiles, alrededor de 30 especies se encuentran en peligro de extinción, entre las más afectadas se ubican las tortugas marinas, las terrestres y dulceacuícolas, tales como la tortuga blanca y la del desierto; también tres especies de cocodrilos (cocodrilo de río, de pantano y el caimán) y por último las boas y las serpientes de cascabel, cuyas pieles son utilizadas para fabricar artículos de vestir y de ornato, o como cura de algunas enfermedades.<sup>49</sup>

Por lo que respecta a las aves, de las 1,060 especies que existen en México aproximadamente el 5% se encuentra en peligro de extinción. Entre las ya extintas se mencionan las siguientes: el cóndor de California, el zarapito boreal y el carpintero imperial o gigante, entre otros.<sup>50</sup>

Con respecto a los mamíferos terrestres, se estima que el 31% del total existente en territorio mexicano presenta problemas de conservación, y 43 especies de mamíferos marinos están en la misma situación. Entre las especies extintas se pueden mencionar al oso gris, la nutria marina, la foca monje y el bisonte americano, entre otros. De las especies en peligro de extinción se mencionan algunas como: las musarañas, topos, conejos, liebres, así como los grandes carnívoros como el jaguar, el lince y el tigrillo.<sup>51</sup>

Como podemos apreciar, el daño que le hemos ocasionado a nuestro entorno es muy grave y se debe buscar la manera de remediarlo. Existen muchos factores económicos para promover la conservación de nuestra biodiversidad, pero también hay factores culturales, estéticos y espirituales. La riqueza que nos ofrece la biodiversidad constituye el verdadero museo de la naturaleza, su basta obra de arte bien definida es la expresión última

<sup>49</sup> Cfr. Flores Villela, Óscar y León Paniagua, Livia, *op. cit.*, nota 37, pp. 157 y 158.

<sup>50</sup> Cfr. Cantú Guzmán, J.C., "Aves", *Animales en peligro de extinción*, México, Guía México Desconocido, edición especial, 1992, pp. 44-68.

<sup>51</sup> Cfr. Flores Villela, Óscar y León Paniagua, Livia, *op. cit.*, nota 37, pp. 159.

de la complejidad y magnificencia de la vida en el planeta, ésta sería la única y simple razón para tratar de salvarla. Sin embargo, actualmente estos argumentos no son suficientes ya que necesitamos asignarle pesos y centavos a las cosas para valorarlas. Es vital demostrar que la conservación y el uso racional de los recursos naturales son la base del desarrollo económico sostenible, como es el caso de la explotación petrolera. La conservación y el desarrollo deben ir de la mano, ya que el desarrollo económico a largo plazo es imposible sin una eficaz conservación de la diversidad biológica. ¿Pero cuánto vale nuestra biodiversidad?, la respuesta es difícil y puede variar según desde qué perspectiva sea considerada la diversidad biológica. No obstante, hacer una determinación del valor económico de la biodiversidad es la base para lograr integrar la conservación al desarrollo, así como para establecer los modelos para un futuro verdaderamente sostenible. La biodiversidad de México es el más grande e importante recurso que los mexicanos tenemos para el futuro, es por ello que debemos buscar las instituciones jurídicas adecuadas para lograr su uso sostenible así como su preservación.

### 3. *Importancia de la diversidad biológica y su conservación a escala mundial*

La conservación de la biodiversidad y su importancia a escala mundial hace referencia al valor intrínseco de la misma. Al respecto, los especialistas Anne y Paul Ehrlich<sup>52</sup> sostienen que la sociedad tiene la responsabilidad de conservar la naturaleza y detener la pérdida de la biodiversidad debido a un gran número de razones que pueden dividirse en cuatro categorías: éticas, estéticas, económicas directas y económicas indirectas.

Desde el punto de vista ético, todas las especies biológicas tienen un valor intrínseco y el derecho de existir, además es el hombre quien más ha afectado la sobrevivencia de otros seres vivos y tiene por lo tanto la responsabilidad ética para preservar la biodiversidad, con esto se tiene la intención opuesta para exterminar especies y a la vez ayudar a conservar otras,

<sup>52</sup> Cfr. Ehrlich, Anne H. y Ehrlich, Paul R., "Causes and consequences of the disappearance of biodiversity", en Sarukhán, José y Dirzo, Rodolfo (comps.), *México ante los retos de la biodiversidad*, México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 1992, pp. 48-51.

incluso la del *homo sapiens*. Los argumentos estéticos hacen referencia a cuestiones culturales, psicológicas e incluso morales, los cuales son difíciles de definir pero muy fáciles de percibir o intuir, ya que implican la importancia de mantener la belleza natural que nos rodea. Finalmente, los argumentos de índole económica se basan en que la naturaleza sostiene de forma directa o indirecta la economía de muchos países a partir de diversas actividades productivas como la agrícola, la forestal, la pesquera, la textil, la farmacéutica y la turística.

Para profundizar lo establecido por los autores citados se considera preciso señalar cuáles son los servicios ambientales proporcionados por la diversidad biológica, así como el valor económico actual o potencial de las especies existentes en el planeta.

Se define como servicios ambientales a las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas, incluidas las especies y los genes por medio de los cuales el hombre obtiene algún beneficio. Los servicios ambientales mantienen la biodiversidad y la producción de bienes tales como alimento, agua, madera, combustibles, entre otros, de ahí su trascendencia. Es por ello que se debe considerar que los servicios ambientales son tan imprescindibles para la supervivencia humana como para los servicios tecnológicos, el mantenimiento del planeta es imposible sin los servicios ambientales. Es relevante destacar que el remplazo de dichos servicios con tecnología sería un esfuerzo muy grande y costoso, además difícilmente se alcanzaría el nivel de estos servicios.<sup>53</sup>

Varios son los servicios que proporciona la biodiversidad, mencionaremos los siguientes:

1. La capa viva que cubre el planeta realiza una serie de procesos ecológicos que el ser humano utiliza muchas veces sin darse cuenta, basta mencionar que a ella debemos la mezcla gaseosa que respiramos. Ahora bien, si esa mezcla se altera, simplemente toda la gente se moriría, de igual forma la mayor parte de las especies que han evolucionado en ella tendrían graves problemas para sobrevivir. El balance de esta mezcla está dado por la biodiversidad de especies que forman la biosfera, la capa viva del planeta. Este proceso se asocia a las plantas pero éstas forman parte de ecosistemas cuyo funcionamiento depende de todos los otros componentes. El control de los regímenes

<sup>53</sup> Cfr. Conabio, *op. cit.*, nota 24, p. 104.



- hidrológicos, la cantidad de agua que se absorbe a los acuíferos, la que se pierde en avenidas, todas estas cuestiones tienen que ver con la presencia de vegetación y como consecuencia, con la existencia de diversos ecosistemas. Pero ¿cuánto vale el aire que respiramos?<sup>54</sup>
2. La regulación micro y mesoclimática. El control del microclima se debe a la composición de gases, a las superficies de reflejo de la energía solar a una escala grande y a la evotranspiración a una escala menor. Es por ello que cuando hay deforestación de áreas muy grandes, la humedad que hay en el aire cambia radicalmente y se percibe fisiológicamente no sólo por los humanos, sino también por las plantas y los cultivos. Por lo tanto, el clima húmedo del cual depende el desarrollo y crecimiento de una basta vegetación silvestre, por ejemplo en Centroamérica y Sudamérica, se subordina en alto grado a las funciones de reciclaje del agua de la misma vegetación.<sup>55</sup>
  3. La regulación hidrológica. Los ecosistemas naturales proveen este servicio cuya relación está dada en sus funciones de control del clima, como el ciclo de regulación hidrológica de la Tierra. En comparación con el proceso de transferencia del agua desde el suelo hasta la atmósfera que puede transportarse y regresar al mar, también la vegetación afecta los patrones de esta fuga, los árboles de los bosques detienen la lluvia y así ayudan a que ésta se impregne y penetre en el suelo.<sup>56</sup>
  4. Protección y acumulación de suelos fértiles. Estos servicios son brindados por los ecosistemas de suelo ya que son mucho más que rocas compactas, son ecosistemas complejos con flora y fauna. Los componentes vivientes que contienen los ecosistemas mencionados son la base de la fertilidad, para así dar crecimiento y desarrollo a los bosques y siembras. Entre otras funciones, los microorganismos están en constante relación y tienen la participación de la conversión y transformación de muchos nutrientes esenciales en sustancias que absorben las plantas y que a su vez la gente utiliza para su alimentación. El ecosistema de suelos es el más importante proveedor de

<sup>54</sup> Cfr. Soberón Mainero, Jorge, "El valor de la biodiversidad", en Toledo, Gabriela y Leal Pérez, Marina (eds.), *Destrucción del hábitat*, México, UNAM, Programa Universitario de Medio Ambiente, 1998, pp. 142-143.

<sup>55</sup> *Ibidem*, p. 143.

<sup>56</sup> Cfr. Ehrlich, Anne H. y Ehrlich, Paul R., *op. cit.*, nota 52, p. 52.

nutrientes y demás organismos, además se relaciona con el depósito de desechos y el reciclaje de los nutrientes.<sup>57</sup>

5. Control biológico de plagas y polinización de plantas. Otro servicio que brindan los ecosistemas es el control de plagas y enfermedades que pueden atacar y eliminar a los animales domésticos, así como a las cosechas. En su mayoría, las plagas que se presentan son plagas controladas por parásitos y animales como los pájaros. Los ecosistemas naturales además de brindar a las cosechas buen clima, agua, suelo, nutrientes y protección respecto a las plagas, en la gran mayoría de los casos ayudan a la polinización. La desaparición de los polinizadores ha causado la disminución en la efectividad de las cosechas, lo que provoca de igual manera la pérdida de muchas plantas silvestres, y en consecuencia se aminora la extensión del ecosistema mismo.<sup>58</sup>
6. Degradación de desechos orgánicos.
7. Transporte y fijación de nutrientes.
8. La bioma en su conjunto nos proporciona energía.

Por otro lado, la conservación de la biodiversidad tiene un sentido económico, lo cual se debe a la venta de productos provenientes de la diversidad biológica que existe en nuestro planeta, entre éstos encontramos:

1. Una gigantesca cantidad de productos que se comercian y que son productos silvestres tales como: los venados, jaibas, chapulines, langostas, camarones, almejas, pulpos, patos, gansos, conejos, entre otros, que se utilizan como alimento.
2. Productos que se obtienen de los animales ya sea pieles, grasas, pelos, huesos, ceras, tintes, sedas y productos farmacológicos que tienen un valor económico muy elevado.
3. La industria pesquera es sumamente importante, ya que es muy redituable para la economía de diversos países.
4. La industria biotecnológica moderna es considerada como un insumo debido a que permite hacer cosas novedosas como separar genes o un compuesto secundario de una planta, para posteriormente con métodos de alta tecnología replicar el producto, ya sea que se clone

<sup>57</sup> *Ibidem*, pp. 52-53.

<sup>58</sup> *Ibidem*, p. 54.

- ese gen en una bacteria o en otro vehículo que lo produzca. Es por ello que podemos ver a la naturaleza como una especie de catálogo de productos químicos, de los cuales muchos tienen efectos sobre el ser humano o sobre sus enfermedades.<sup>59</sup>
5. La industria farmacéutica. Los ingredientes activos que por lo menos a una tercera parte de la población se le prescribe como medicina o droga provienen directamente o son un derivado de componentes químicos que se encuentran en plantas silvestres, hongos u otros organismos, especialmente situados en los bosques tropicales.
  6. Las maderas preciosas tropicales, provenientes de los troncos de los bosques que se dan en forma gratuita por parte de los ecosistemas naturales, dejan para la humanidad amplias ganancias económicas.

Es de igual importancia mencionar los beneficios que ofrecen en lo particular los arrecifes coralinos, así como los manglares.

Los beneficios más importantes que ofrece el arrecife coralino dependen de su buena condición y son indirectos. El arrecife es un gigantesco rompeolas que genera remansos de aguas tranquilas y claras muy solicitadas para el turismo. Este rompeolas natural genera una protección, para las millonarias inversiones en el litoral, del efecto destructor del oleaje generado por ciclones y tormentas; pero además es la comunidad coralina la encargada de producir y renovar las blancas arenas que caracterizan las playas del ambiente arrecifal. Por lo tanto, la infraestructura natural que aportan los arrecifes coralinos es lo que favorece al desarrollo de la industria turística, lo cual tiene un valor económico muy elevado. De igual forma cabe señalar que las operaciones comerciales de buceo y snorkel en los arrecifes coralinos son enormemente redituables. Otra actividad extractiva, que representa un elevado beneficio económico y que actualmente adquiere un auge impresionante, es el mercado de especies para acuarios arrecifales, como ejemplo basta señalar que en Estados Unidos se importaron 871 corales vivos en 1984, pero en el año de 1991, el número se incrementó a más de 250,000 especies. Se estima que en el Sri Lanka, cerca de 50,000 personas viven de este mercado, mientras que en Filipinas hace ya casi 20 años que se obtienen beneficios de la exportación de peces arrecifales. No obstante, es imprescindible señalar que para que esta actividad sea sustentable requiere de una adecuada y estricta regulación. Los arrecifes coralinos son de igual

<sup>59</sup> Cfr. Soberón Mainero, Jorge, *op. cit.*, nota 54, pp. 147-148.

manera trascendentales para la medicina y el mercado farmacéutico general, ya que permiten la identificación de sustancias con alta capacidad de acción biológica, humana y veterinaria, para después sintetizarlas químicamente. Esto se debe a que el arrecife coralino parece ser el laboratorio natural más importante que existe porque su complejidad y biodiversidad son muy elevadas. Otra actividad de tipo extractivo que se obtiene de los arrecifes coralinos es la recolecta de organismos para artículos de joyería y curiosidades tales como perlas, coral negro y conchas, las cuales son económicamente benéficas. En resumen, los arrecifes coralinos son un recurso que puede aportar considerables beneficios a la sociedad, siempre y cuando el ecosistema funcione adecuadamente.<sup>60</sup>

El bosque de manglar representa la mayor comunidad vegetal costera entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio. El término manglar, conocido también como bosque de marea o manglar pantanoso, es uno de los ecosistemas más productivos bajo condiciones óptimas; los manglares comprenden doce familias y más de 50 especies, de las cuales sólo diez se encuentran en América. Desde el punto de vista ecológico, el manglar es un productor primario que sostiene a gran cantidad de organismos a través de la cadena de consumidores directos e indirectos entre los que están algunos de importancia comercial. Además ofrece un ambiente adecuado para ser habitado por peces, crustáceos, moluscos, aves, reptiles y anfibios, entre otros, donde tienen resguardo, se reproducen y se alimentan. Aparte de la variedad de beneficios ecológicos que ofrece el manglar, tiene una importancia económica tanto en el ámbito local como nacional, sus árboles son utilizados como madera, leña, carbón, en la construcción de vigas y postes para casas. Desde el punto de vista pesquero, existen especies como el camarón que el manglar lagunar alberga y que a su vez le representa un aporte energético óptimo para su crecimiento. En consecuencia, su pesquería constituye una razón por la cual se han establecido granjas de cultivo de este crustáceo cerca o en el bosque de manglar. Por lo tanto la destrucción o alteración en el bosque de manglar significaría una pérdida significativa, tanto ecológica como socioeconómica.<sup>61</sup>

<sup>60</sup> Cfr. Dahlgren, Eric Jordán, "Aprovechamiento y destrucción del arrecife coralino", en Toledo, Gabriela y Leal Pérez, Marina (eds.), *Destrucción del hábitat*, México, UNAM, Programa Universitario de Medio Ambiente, 1998, pp. 206-209.

<sup>61</sup> Cfr. Lanza Espino, Guadalupe de la y Flores Verdugo, Francisco, "Alteraciones al manglar", en Toledo, Gabriela y Leal Pérez, Marina (eds.), *Destrucción del hábitat*, México, UNAM, Programa Universitario de Medio Ambiente, 1998, pp. 231-240.

Con base en lo anterior, podemos decir que el futuro de nuestra civilización está estrechamente vinculado con el futuro de la biodiversidad, la cual es la base y la parte del sistema de soporte de la humanidad. Sin embargo, la influencia del hombre sobre la naturaleza ha provocado una extinción acelerada de especies de animales y vegetales, se estima que en el mundo cada año se extinguen 50,000 especies.

Algunos estudios indican que 126 especies de peces de agua dulce, 218 de reptiles y anfibios, 272 de aves y 138 de mamíferos, están en peligro de extinción. Por otro lado, se ignora la situación de los miles y tal vez millones de invertebrados indudablemente extintos sin haber sido conocidos. Vertebrados como el oso gris, el carpintero imperial y el bisonte, entre otros, han dejado de existir en este siglo; un ejemplo de la destrucción de estas especies es el caso de la nutria marina. Ésta abundaba en las costas de Baja California hasta hace un siglo y mantuvo una importante industria peletera rusa y norteamericana. En 1806 un barco capturó cerca de 14,000 ejemplares, y como consecuencia de esta irresponsable cacería, las últimas se observaron en México a principios de siglo.<sup>62</sup>

Como podemos apreciar, estas pérdidas no sólo son una tragedia ambiental, sino también tienen profundas repercusiones en el desarrollo económico y social; los recursos biológicos representan al menos el 40% de la economía mundial y el 80% de las necesidades de la sociedad de clase baja emana de los recursos biológicos. Numerosos son los enfoques empleados para mantener la diversidad biológica del planeta; la gama de respuestas a los problemas de conservación incluye desde bancos de germoplasma y reproducción de especies en cautiverio, hasta la creación de santuarios, parques y reservas, sin embargo los esfuerzos no han sido suficientes.

Es importante destacar que la pérdida de la biodiversidad afecta de manera global porque la extinción de una especie en un país, el deterioro o destrucción de algún ecosistema, causa inquietud no solamente entre algunos sectores sociales del mismo país, sino en todo el mundo, por lo que numerosos individuos, organizaciones y países han trabajado en las últimas décadas para identificar poblaciones, especies y hábitats amenazados de extinción o degradación, con el fin de invertir estas tendencias. Los objetivos comunes son gestionar más eficazmente el mundo natural para mitigar la influencia de las actividades humanas y, al mismo tiempo, mejorar las opciones de desarrollo de los pueblos desfavorecidos. Muchos con-

<sup>62</sup> Cfr. Robles Gil, Patricio, *op. cit.*, nota 42, pp. 177 y 179.

servacionistas esperan que la historia demuestre que el año 1992 constituya un punto de inflexión, puesto que en junio de ese año se presentó la firma del Convenio sobre Diversidad Biológica que protege genes, especies y ecosistemas, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro. El convenio entró en vigor a finales de 1993, y a principios de 1995 lo habían firmado más de 100 países; esto significa que están de acuerdo con sus fines y que harán todo lo posible por cumplir con sus disposiciones.

Los objetivos generales del convenio son: conservar la diversidad biológica, utilizar una biodiversidad sostenible a largo plazo y compartir lealmente las ventajas del uso de los recursos genéticos (en selección vegetal y biotecnología, por ejemplo). Las dificultades son muchas e imponentes, pero el convenio constituye el único marco mundial amplio para planificar y emprender las acciones necesarias. En él se declara explícitamente que aun cuando los países tienen la responsabilidad de la biodiversidad dentro de sus fronteras, la planificación eficaz exige tener en cuenta el contexto mundial y los países en desarrollo necesitarán el apoyo de todos los demás, lo cual es básico ya que desafortunadamente los países que tienen una mayor porción de la diversidad biológica del mundo también tienen una fuerte presión sobre su medio ambiente. Buena parte de la biodiversidad que está en peligro de desaparecer en esta década se encuentra en estos países, los cuales sufren cambios ambientales rápidos y se enfrentan a problemas económicos serios y, en general, a una falta de recursos para desarrollar los amplios programas que se requieren para conservar su diversidad biológica.

La diversidad de plantas y animales es patrimonio del país que la contiene, pero en última instancia es patrimonio de la humanidad, sin embargo ¿quién pagará el costo de su conservación?, ¿qué modelo se seguirá para hacer compatible esta conservación con el desarrollo? Por tanto, es conveniente asentar claramente que la conservación de la biodiversidad implica un costo que puede y debe estimarse. Ante la presión creciente para la conservación de la biodiversidad en los países tropicales, una pregunta válida es ¿cómo los costos de esta conservación se dividirán? Las respuestas a estas preguntas son tema de discusión y análisis en el capítulo tercero de este trabajo de investigación, ya que en torno a ellas están las posturas tomadas en la reunión de Río de Janeiro.

Lo importante hasta el momento es que la sociedad internacional empieza a reconocer la obligación ineludible de respetar las otras formas de vida

que existen en el planeta, lo que implica retomar un camino más humano al respecto, aunque sea solamente por beneficio propio.

#### 4. *Causas y consecuencias de la desaparición de la biodiversidad*

Para iniciar este punto nos basaremos en una de las ponencias que tuvieron lugar en la Reunión Internacional sobre Problemática del Conocimiento y Conservación de la Biodiversidad, convocada en el año de 1992 por el ex presidente de la República mexicana, el licenciado Carlos Salinas de Gortari que se llevó a cabo en el Museo Nacional de Antropología de nuestra ciudad.

En la exposición de los especialistas Anne y Paul R. Ehrlich,<sup>63</sup> provenientes del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Stanford, California, Estados Unidos de Norteamérica, en la cual nos fundamentaremos, se manifestó que la principal causa de la desaparición de la biodiversidad es *la alteración y destrucción de los hábitats*, lo cual se debe al instinto violento de la humanidad por cambiar los hábitats naturales. Deforestamos, pavimentamos, estancamos y desviamos los cauces de los ríos y aguas, o bien los desecamos con pesticidas, convertimos los suelos en ácidos y estériles, derramamos petróleo sobre los océanos a causa de la explotación de este recurso o a través de su transporte vía marítima, alteramos climas al exponerlos al aire contaminado y al incremento de radiaciones ultravioleta, así como la introducción de organismos exóticos sobre ellos. Es evidente que el proceso que llevamos a cabo es acelerado.

Los autores arriba citados señalan que la tasa de destrucción de los bosques tropicales se ha duplicado durante los años 80's, cuyos motivos son la explotación demográfica y el desarrollo de las naciones, así como el uso desproporcionado de las fuentes del mundo industrial. Destacan que una de las principales causas por la que se ha perdido la humedad de estos bosques tropicales es su explotación y la necesidad de tener más campo para darle uso de tierras para la agricultura. De igual forma manifiestan que la diversidad biótica se genera gracias al proceso natural que actualmente crea nuevas especies, pero este proceso de diferenciación de poblaciones normalmente se lleva a cabo en una escala de tiempo que va desde los miles a los millones de años. Todas las estimaciones sobre la inminente extinción pa-

<sup>63</sup> Cfr. Ehrlich, Anne H. y Ehrlich, Paul R., *op. cit.*, nota 52, pp. 43-55.

rece ser más devastadora que el rango que utiliza la naturaleza para compensar las pérdidas que ha tenido. La extinción excede a la recuperación de las especies y el planeta Tierra se empobrece biológicamente a causa de esto.

No obstante, hay quienes se atreven a pensar de la siguiente manera: “Qué importa que se haya extinguido este lobo, o aquella rana, si dentro de un millón de años habrá otros u otras diez”. No podemos apoyar o tomar esta postura ya que no estamos en esta perspectiva porque nuestra escala de tiempo es muy pequeña y no es posible que veamos la realidad en un plano eterno; tenemos pocos años para hacer lo más que se pueda en el margen de nuestras posibilidades, y si los estrechamos, día a día nos cerramos más las puertas para nuestro desarrollo, pero sobretodo para nuestra sobrevivencia.

Por otro lado, Anne y Paul Enrlich destacan que para los biólogos el indicador del empobrecimiento biótico puede que sea el impacto humano sobre el abastecimiento de la energía total del planeta, generado en el proceso de fotosíntesis. Dicha energía es lo que se denomina red primaria de producción y como tal se puede pensar en el alimento total abastecido, gracias a todos los animales y sus descomponedores. Casi el 40% de todo el potencial de la red primaria de producción generado en la Tierra es consumido o desperdiciado a causa de las actividades de una de cada millón de especies animales: el *homo sapiens*. El acumulamiento de energía disponible para mantener a los millones de especies animales se ha visto reducido, de igual forma la diversidad de las plantas ha sufrido la reducción, puesto que ha perdido territorio, en especial aquél que estaba enriquecido con humedad y buen clima. Es por ello que los biólogos estiman que si continúa la reducción de manera acelerada, la mitad de las especies del mundo desaparecerán en el año 2050.

Simultáneamente vivimos la mayor explotación demográfica del hombre y si agregamos el uso irracional de los recursos naturales, con ello causamos la acelerada desaparición de especies y como efecto inmediato la biodiversidad se disipará.

Es evidente que la biodiversidad del planeta se encuentra en estado latente de desaparición, ya que día a día se generan procesos, acontecimientos, ya sea naturales o inducidos por el hombre, que causan un efecto perjudicial sobre el estado y la utilización de cualquier componente de la diversidad biológica.

Las causas de la desaparición de la biodiversidad, por actividades humanas, se pueden catalogar en tres niveles: ecosistemas, especies y genes, por lo que sus efectos pueden ser de amplio espectro e incluso acumulativos.



En cuanto al primer nivel se señalan como causas las siguientes:

1. El cambio global. Se puede definir como aquél generado por los procesos naturales y por la actividad humana que afectan el medio ambiente global en forma directa o mediante la acumulación de alteraciones locales o regionales. El cambio global incluye al climático; donde el primero hace referencia a varios tipos de cambios, desde procesos como la deforestación hasta el calentamiento global del planeta, mientras que el segundo sólo considera el cambio en el clima.<sup>64</sup>
2. El cambio climático. Es importante señalar que se prevé una duplicación del nivel de CO<sub>2</sub> atmosférico para mediados del siguiente siglo, lo cual provocaría entre otros fenómenos, el incremento en la temperatura de las aguas superficiales del mar lo que implica múltiples implicaciones físicas y biológicas. Un problema a mediano plazo lo constituye un incremento del nivel del mar por deshielo de los casquetes polares y glaciares. Otro efecto, aún en mesa de discusión, podría ser el incremento en la frecuencia y la magnitud de ciclones tropicales.<sup>65</sup>
3. La erosión. Sin la intervención humana, las pérdidas de suelo debidas a la erosión probablemente se verían compensadas por la formación de nuevos suelos en la mayor parte de la Tierra, puesto que los suelos sin ser alterados están protegidos por el manto vegetal. La agricultura, la explotación forestal, la urbanización, la instalación de industrias y la construcción de carreteras destruyen parcial o totalmente el dosel protector de la vegetación, lo que acelera la erosión de determinados tipos de suelos.<sup>66</sup>
4. La fragmentación del hábitat. La explotación y exploración de petróleo y gas constituye una de las fuentes de esta causa.
5. La contaminación. Los desechos industriales y urbanos han contaminado diversos cuerpos de agua que afectan la sobrevivencia de las especies de plantas y animales dulceacuícolas. En este inciso quedarían ubicados los efectos de la explotación de los yacimientos petroleros.

<sup>64</sup> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, “El cambio global”, Colombia, <http://www.ideam.gov.com/cambio/docs/glob1.html>, fecha de consulta: 19 de abril de 2001.

<sup>65</sup> Cfr. Dahlgren, Eric Jordán, *op. cit.*, nota 60, pp. 200 y 201.

<sup>66</sup> Cfr. “Erosión”, *Enciclopedia Microsoft Encarta*, Microsoft Corporation, 2000.

6. La disminución de la riqueza y abundancia de especies. Esto se debe al uso irracional de los recursos naturales.
7. Destrucción o modificación de la cobertura vegetal que abarca: la deforestación y las actividades de agricultura y ganadería. Debido a que la actividad ganadera se hace en forma extensiva y no intensiva, ha provocado que grandes superficies de vegetación naturales se transformen en pastizales secundarios para sostener millones de cabezas de res. En el caso de la agricultura, bajo el método de la tumba, roza y quema, las selvas húmedas se han transformado en cultivos, que agotados al paso de algunos años se transformarán en potreros.
8. Utilización de tecnologías inapropiadas para la explotación de los recursos naturales. Las tecnologías en ocasiones pueden ser poco eficientes para evitar impactos ambientales, o bien, suelen ser aplicadas en lugares inadecuados. En este rubro se ubica la explotación petrolera, puesto que al momento de efectuarse dicha actividad se provocan innumerables accidentes que alteran nuestra biodiversidad en gran escala, y esto se debe en parte a la tecnología inapropiada que algunas compañías utilizan para tal operación (este punto se desarrolla con más detalle en el segundo capítulo).
9. Los efectos acumulativos de las causas anteriores.

Las causas en cuanto al segundo nivel son:

1. La caza de especies: *a)* cacería deportiva, y *b)* cacería de subsistencia.
2. Comercio ilegal e irracional de especies, conocido también como tráfico de especies. La captura de animales silvestres, ilegal en la mayoría de los casos, se practica por varios motivos, pero el principal es comerciar con ellos o con alguna parte o derivado de su cuerpo; de este modo, cientos de animales se capturan para surtir la demanda nacional e internacional de mascotas.
3. Control de plagas. Por lo general estas campañas se llevan a cabo en interés de la ganadería; sin embargo el uso de venenos es el vehículo más devastador, puesto que éstos no son ingeridos únicamente por el depredador, sino también por otro tipo de animales que se alimentan de carne o carroña.

Cabe señalar que en el nivel de ecosistemas y especies influye en gran medida la situación económica y social, con una profunda influencia de las

prácticas culturales de cada país, así como de sus políticas económicas y de desarrollo, en especial las enfocadas al sector agropecuario y forestal; depende también de las tendencias del financiamiento externo e interno, así como la deuda externa. Desafortunadamente los países de megadiversidad tienen graves problemas económicos (tal es el caso de México) porque carecen de recursos para desarrollar los programas que se requieren para conservar la diversidad biológica, de igual forma están faltos de medios para la investigación y para llevar a la práctica los resultados obtenidos (transferencia de tecnología), aunado a ello, no cuentan con una buena política ambiental y sistemas jurídicos eficaces.

Las causas que afectan a la diversidad genética natural son:

1. Introducción de especies exóticas. Este es un fenómeno negativo ya que desplazan a las especies nativas, ya sea por competencia, depredación, modificación del hábitat o por introducción de enfermedades, ante las cuales las especies nativas no tienen resistencia. La introducción de dichas especies puede afectar a las especies endémicas.
2. La pérdida de germoplasma.
3. Las especies modificadas.
4. La biotecnología (clonación).
5. La bioseguridad. Lo que implica el riesgo de liberar al medio ambiente organismos modificados genéticamente.

Ahora bien, si a estas causas le agregamos las catástrofes naturales (el calentamiento global de la Tierra, los ciclones, los incendios forestales —aunque en su mayoría son provocados por actividades humanas—, la lluvia ácida, los huracanes de gran magnitud, tormentas tropicales, los terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones y sequías) los problemas ambientales en todo el mundo son graves.

Por otro lado, consideramos importante señalar en este inciso de manera muy particular, las causas que han propiciado una seria problemática ambiental del mar en México como el turismo, los servicios portuarios, los yacimientos petroleros y la explotación. Constituye, de igual forma, una amenaza para la existencia del hábitat de la ballena gris, entre otras especies, la explotación y exploración de petróleo y gas natural.

Las consecuencias de todas las causas arriba descritas se pueden resumir en un solo párrafo, ya que basta decir que dependemos por completo de las plantas, animales, hongos y microorganismos que comparten el mundo con

nosotros, sólo ellos nos alimentan, nos proporcionan muchos medicamentos y otros bienes en los que se basa cada vez más la calidad de nuestra vida, y prometen una productividad viable. En general nos referimos a todos los servicios ambientales anteriormente descritos que son proveídos a la humanidad de manera gratuita y que en la mayoría de los casos sería imposible sustituir, incluso aunque tuviéramos conocimiento de cómo hacerlo, debemos de estar conscientes que la destrucción de los mismos nos trae por consecuencia una destrucción directa y automática.

Estamos en presencia de una de las catástrofes biológicas más grandes por las que haya pasado la biosfera desde la aparición de la vida sobre el planeta, y la escala de tiempo a la cual se dan los procesos evolutivos excluye absolutamente la posibilidad de que las extinciones masivas generadas por la actividad humana sean compensadas por la evolución de nuevas especies. Los biólogos actualmente prevén que una de las consecuencias definitivas del cambio global es la extinción masiva de especies. Es por ello que necesitamos, de la manera más urgente, aprender a compatibilizar las necesidades crecientes de las poblaciones humanas con la necesidad de conservar los hábitats más amenazados, de igual manera usar en forma adecuada y sostenida los hábitats explotables, ya que de lo contrario, las generaciones futuras jamás entenderán cómo pudimos heredar un patrimonio tecnológico y material tan vasto y un patrimonio natural tan degradado. Las posibilidades de creatividad y de desarrollo de nuestras características propiamente humanas, sociales y culturales se desvanecen, se reducen cada vez que una especie se extingue, cada vez que un ecosistema se contamina y se degrada, cada vez que perdemos biodiversidad por nuestras acciones, también perdemos posibilidades de desarrollo humano. Consideramos que esta es la razón fundamental por la cual la humanidad debe evitar las causas que provocan la desaparición de la diversidad biológica.

Consideramos que es a nosotros a quienes se nos ha otorgado la facultad de decidir sobre la existencia o no de la vida sobre la Tierra, creemos que la postura es obvia. Ahora bien, desde el punto de vista jurídico, la vida es jerárquicamente el bien jurídico tutelado más importante y como tal debe tener una protección legal eficaz, no solamente en el ámbito nacional sino también internacional, sobre todo en la perspectiva en que vemos el problema de su protección, ya que al perderse la biodiversidad se extingue la vida, tomando en cuenta a su vez que el fenómeno es global, aquí no hay fronteras, ni tampoco soberanías. Al respecto se profundizará más en los dos últimos capítulos.

### III. LA INFLUENCIA DEL HOMBRE SOBRE LA NATURALEZA

La interacción del hombre con la naturaleza ha propiciado a lo largo de los años alteraciones en los ciclos biológicos; lo relevante es la rapidez con que se ha manifestado el fenómeno. Si hacemos una comparación con el tiempo que tomó a la naturaleza desarrollarse para ser apta para la vida humana y el tiempo que ha invertido el hombre para deteriorar dichos ciclos preexistentes al mismo, la escala de tiempo no se compara y es evidente que el problema es complicado.

Jorge Muñoz Barret,<sup>67</sup> quien cita a Luis Vitale, señala que la relación hombre-naturaleza se llevó a cabo en un proceso que abarca cinco fases a lo largo de la historia.

La primera fase hace referencia al medio natural antes de la aparición del hombre, es decir, la etapa de la formación de los ecosistemas, el nacimiento de una inmensa variedad de especies tanto vegetales como animales, ha pasado por la evolución del hombre hasta llegar al *homo sapiens*, por lo que hablamos de hace aproximadamente cien mil años.

En la segunda fase, llamada *la era de la integración del hombre con la naturaleza*, el hombre buscó la satisfacción de sus necesidades fisiológicas en los recursos naturales.

En la actualidad el hombre aún aprovecha los recursos que la naturaleza le ofrece pero desgraciadamente las consecuencias no son las mismas, ya que en la época primitiva la extracción de los elementos naturales era recuperada por los procesos biológicos; lo cual ya no es tan factible en nuestros tiempos.

En la tercera fase se presentan los primeros asentamientos humanos permanentes con el origen de las civilizaciones antiguas en Latinoamérica (la maya, la azteca, la inca, etc.). En este periodo comienza la alteración a los ecosistemas pero sin romper el equilibrio ecológico, pues había un respeto hacía la naturaleza, se creía que estaba dotada de poderes superiores, de igual forma se veneraba a ciertas especies del reino animal.

En las narraciones del *Popol Vuh* se puede apreciar la relación que existía entre las antiguas culturas y su mundo natural, deificaron jaguares, quetzales, la misma lluvia y el sol, rodeándolos de un misterioso mito. Grandes civilizaciones se asentaron en diversos ecosistemas, florecieron, se ex-

<sup>67</sup> Cfr. Muñoz Barret, Jorge, *op. cit.*, nota 12, pp. 13-19.

pandieron y mantuvieron una relación sacralizada con la naturaleza; no obstante, a excepción de algunos grupos, ni su visión religiosa ni su estrecha relación con la naturaleza pudieron evitar que sus recursos naturales se agotaran hasta provocar un colapso y con él la desaparición de sus milenarias civilizaciones.

La cuarta fase se establece con la colonización española, imponiéndose novedosas ideas europeas respecto a la propiedad, se establecieron las primeras relaciones comerciales con el viejo continente, se marcó la dependencia económica e inició la transferencia de recursos. Además se pensaba que los recursos naturales eran inagotables y que se podía disponer de ellos a placer, es por ello que comienza el deterioro de los ecosistemas latinoamericanos en gran escala. Hoy con el tiempo nos damos cuenta que dicha visión ha traído consecuencias devastadoras.

En la quinta y última fase, los problemas ambientales tienen su raíz en el surgimiento de la revolución industrial; cuando el hombre modifica los modos de producción, se da la explotación excesiva de los recursos naturales e inicia la contaminación desmedida con la incorporación de las tecnologías industriales. En una palabra, se modifica el estilo de vida agrícola por un modo de producción y estilo de vida industrial, por lo que se manifiesta una crisis ambiental que es prolongada hasta nuestros días; de igual forma se manifiesta una problemática no sólo ambiental, sino económica, política, social, cultural, religiosa, etcétera.

Como se puede apreciar, la relación hombre-naturaleza en un inicio fue de respeto, de integración, formaban un todo, no había destrucción masiva de ecosistemas, no se contribuía a la extinción acelerada de especies, sólo se tomaba de la naturaleza lo indispensable para subsistir. Por el contrario, en la actualidad el hombre no busca integrarse a la naturaleza, sino más bien, busca su dominio sin tener consciencia de que el hombre pertenece a la Tierra y no la Tierra al hombre. El hombre tiene y continúa con una visión antropocéntrica donde todo gira a su alrededor, se considera el centro del universo, donde la naturaleza sólo se estima como un mero objeto de explotación.

Eugene Odum,<sup>68</sup> en su obra *Ecología* sostiene con acierto que:

...más que cualquier otra especie, el hombre trata de modificar el medio ambiente físico para satisfacer sus necesidades inmediatas, pero es el caso

<sup>68</sup> Odum, Eugene P., *Ecología*, 3a. ed., México, Interamericana, 1987, p. 23.

que, al hacerlo, desbarata y aún destruye cada vez más los componentes bióticos que son necesarios para su existencia fisiológica ... el hombre ha estado tan absorbido en la tarea de “conquistar” la naturaleza, que ha prestado poca atención o esfuerzo a la de reconciliar los conflictos derivados de su función dual como manipulador y como habitante de los ecosistemas.

La falta de consciencia y cultura ambiental han llevado al género humano a ignorar, aislar y menospreciar a otras especies vivientes distintas a él, sin discernir o caer en la cuenta de que gracias a la gran biodiversidad que con nosotros pueblan la Tierra, hemos logrado sobrevivir. Pero a medida que ha avanzado nuestra deshumanización, hemos sido la causa del rompimiento progresivo y del desequilibrio gradual de la diversidad biológica existente que aún nos permite prevalecer.

Por lo tanto, le compete al hombre la responsabilidad, como ser pensante, de conservar y mejorar el medio ambiente, ya que con sus acciones ha sido capaz de alterar el equilibrio natural establecido mediante el uso inadecuado de su discrecionalidad y libre albedrío, al servirse de los recursos que para su bienestar están disponibles.

Con base en lo anterior, existe presión por parte de los organismos internacionales, así como los no gubernamentales (ONG's), para que los Estados adopten medidas necesarias para regular las acciones del hombre que degradan la diversidad biológica.

Es cierto que todos los actos del hombre se relacionan con el ambiente, ya que el hecho de respirar implica el uso del aire, el comer implica el aprovechamiento de los frutos de la naturaleza, al pisar explotamos el suelo, etcétera. Es necesario determinar cuáles son las intromisiones del hombre sobre la naturaleza que deben regularse mediante las normas jurídicas, lo que se determina basándose en el impacto ambiental provocado por las mismas, de donde se desprende que las conductas que son de importancia ambiental para llevar al orden jurídico nacional e internacional son las acciones descritas en el punto anterior, es decir, todas las causas que atentan contra la conservación de la biodiversidad (el pastoreo, la deforestación, introducción de especies exóticas, la domesticación, dispersión, extinción, la erosión de los suelos, contaminación de las aguas, etcétera), pues provocan consecuencias trascendentales para la vida en la Tierra.