

LA BIODIVERSIDAD

La biodiversidad puede ser definida como la variedad de todas las formas de vida sobre la Tierra –animales, plantas y microorganismos-, tanto en medios terrestres como en medios acuáticos. Se entiende tanto a escala intraespecífica como supraespecífica, así como en sus formas de organización, interacción y relación con el medio abiótico dentro de lo que llamamos ecosistemas, es decir, comunidades en equilibrio de seres vivos en un ambiente físico determinado. La biodiversidad, tal como está establecida, es el resultado de 4.000 millones de años de evolución y representa la salud natural del mundo.

Tradicionalmente, se han venido considerando tres clases de diversidad: la diversidad específica (riqueza específica global, referida a especies), la diversidad genética (variabilidad que se da dentro de las especies) y la diversidad de ecosistemas (interdependencia de las especies). A veces también se incluye la diversidad funcional (diferentes funciones de los organismos dentro del ecosistema).

1. Diversidad específica

Las especies son las unidades básicas de la clasificación biológica, por lo que la expresión de su número en una determinada zona es la forma más general de medir la biodiversidad. Se estima que en nuestro planeta existen entre 5 y 30 millones de especies (algunos autores extienden esta cifra hasta los 50 millones), de las cuales sólo 1,6 millones están descritas y clasificadas, lo que no supone –para muchas de ellas- que conozcamos en profundidad su función en los ecosistemas donde se desarrollan.

Es en los trópicos donde se encuentran las áreas más ricas en especies. Los bosques tropicales poseen más de la mitad del total de las especies terrestres, aunque la superficie que éstos ocupan signifique sólo el 7% del total de la Tierra. En cuanto a especies endémicas, las islas oceánicas tropicales son también particularmente importantes. Como ejemplo, el 91% de las plantas con flores de Hawaii no se encuentran, en condiciones naturales, en ninguna otra parte del mundo.

Para la consideración de la biodiversidad, además del número de especies debe tenerse en cuenta la proporción en que están representadas. Así, si en un ecosistema se encuentran muchos individuos de una especie, ésta resultará dominante, por lo que la diversidad será pequeña. Menor cantidad de individuos de todas las especies, en las correctas proporciones, supondrá una diversidad mucho mayor. La dominancia será, por tanto, una característica contraria a la diversidad.

2. Diversidad genética

La diversidad genética está definida por la variabilidad dentro de las especies, y se mide por la variación genética, dando lugar a una subespecie o raza. Cada una de ellas contiene un trozo de material genético insustituible.

Si consideramos un valor de 10 millones de especies, sabiendo que, por término medio, cada especie consta de varios centenares de variedades genéticamente diferentes, se puede postular fácilmente la existencia de miles de millones de poblaciones sobre la Tierra.

3. Diversidad de ecosistemas

Los ecosistemas son los sistemas biológicos más complejos y comprenden los seres vivos y factores físicos de un área determinada, los cuales interactúan entre sí estableciéndose a través de ellos ciclos de materia y flujos de energía.

El mantenimiento de estas unidades básicas, con todos sus elementos, será lo que permitirá conservar la biodiversidad, tanto a escala regional como global.

FACTORES ECOLÓGICOS QUE GENERAN BIODIVERSIDAD

Como factores más importantes pueden señalarse los siguientes:

1. Tiempo

El tiempo influye en el proceso de sucesión ecológica, es decir, en el avance de los ecosistemas desde etapas anteriores a otras más complejas en las que se van generando grados más altos de biodiversidad.

La importancia del tiempo debe considerarse no sólo en el sentido cronológico, sino también en relación con la constancia de los factores ecológicos, es decir, el tiempo en que los factores ecológicos limitantes se han mantenido constantes. Pueden tomarse como ejemplo las glaciaciones, que dejaron sentir sus efectos en las zonas polares y templadas, pero no en los trópicos.

2. Factores físico-químicos

Tanto el ciclo de la materia como el de la energía tienen su origen en la fotosíntesis, proceso por el cual la energía electromagnética procedente de la radiación solar se transforma en energía química asimilable por los seres vivos. Aunque la cantidad de radiación solar que llega a la Tierra es constante, no ocurre lo mismo con su distribución, tanto temporal como espacial, ya que depende de la latitud, la altitud, la composición de la atmósfera o la distribución de los bosques y masas de agua, variando así la cantidad de energía solar disponible e influyendo decisivamente en la distribución de los organismos.

De la misma forma, la temperatura, la humedad, la estructura del suelo y el contenido de nutrientes en el mismo, condicionan también la distribución de las especies.

3. Heterogeneidad espacial

Los organismos disponen de una cantidad limitada de tiempo, materia y energía para dedicarla a la alimentación, al crecimiento, al mantenimiento de su metabolismo y a la reproducción. Es fundamental la manera en que un organismo reparte estos recursos, puesto que de ello derivará la forma en que dicho organismo pueda adaptarse a su ambiente.

Por lo tanto, cuanto más heterogéneo sea el espacio físico –entendiendo como tal una mayor variación en la expresión de los factores ecológicos–, más complejas serán las comunidades de plantas y animales y, en consecuencia, mayor será la biodiversidad.

4. Estabilidad

Los hábitats impredecibles a causa de la variación irregular de los factores ecológicos o de que dichas variaciones se produzcan en rangos grandes determinan baja diversidad. La diversidad es también baja en ambientes donde los factores ecológicos se muestran con valores extremos.

Si se comparan regiones con una heterogeneidad espacial similar, encontraremos también que las que presentan temporalmente recursos tróficos más estables contienen mayor número de especies. Las regiones con clima estable permiten la aparición de un mayor número de especializaciones y adaptaciones que las de clima errático.

VALORES DE LA BIODIVERSIDAD

La conservación de la biodiversidad es la máxima condición de sostenibilidad del sistema global de funcionamiento de la Tierra como ecosistema. Incluye aspectos tan trascendentales como el mantenimiento de la composición actual de los gases atmosféricos o la regulación de los ciclos de la biosfera, entre ellos el del agua o el del nitrógeno. Como ejemplo, un solo árbol de un bosque tropical devuelve a la atmósfera en sus cien, o más, años de vida 7,5 millones de litros de agua.

La Tierra, en general, y cada país en particular poseen tres tipos de bienes: materiales, culturales y biológicos. Tendemos a pensar que los dos primeros son los únicos que cuentan en nuestras vidas, pero la riqueza biológica tiene tanta importancia o más que los dos primeros. No obstante, para que sea posible su conservación y disfrute es necesario que la población asuma las actitudes y valores adecuados.

No es necesario insistir en la importancia de la Educación en Valores. En una sociedad motivada por el triunfo rápido y en donde el éxito, el dinero y la imagen parecen ser los principales referentes, la escuela debe proponerse mostrar y ofrecer los verdaderos valores que conforman a la persona: esfuerzo, cooperación, solidaridad, capacidad de observación y contemplación, aprecio y defensa de los bienes naturales, etc. Los valores están también presentes en el espíritu y letra de la LOGSE y en las sucesivas declaraciones ministeriales (recuérdense a este respecto las «Medidas para garantizar la calidad educativa» o la «Orientación para el desarrollo en valores»), y continúan siendo uno de los ejes de los actuales proyectos curriculares así como de las evaluaciones de centros.

Los valores asociados a la biodiversidad pueden clasificarse en éticos, estéticos, económicos directos y económicos indirectos. Se debe insistir especialmente en los primeros para no dejar reducido su interés a una simple cuestión práctica. Por otra parte, los valores económicos lo son en cuanto que contribuyen a un desarrollo humano más armonioso, garantizando el futuro del hombre y su medio.

1. Valores éticos

Se fundamentan en el derecho que tienen todos los seres vivos a existir. Inspirado por convicciones religiosas, filosóficas o culturales, el ser humano ha ido descubriendo el valor de la vida. Si bien la perspectiva occidental ha estado más centrada en el hombre y ha considerado las otras formas de vida, casi de forma exclusiva, como fuente de sustento, explotación o diversión, las culturas orientales han sido más respetuosas y han valorado la expresión de la vida a través de cualquiera de sus seres. Uno de los principales pensadores orientales, Buda, se cuestionaba si los seres humanos tenían derecho a matar o infligir daño a los animales.

Con todo, el valor de las otras formas de vida ha ido aumentando e incorporándose progresivamente a nuestra cultura. Hace dos siglos en Inglaterra, por ejemplo, se permitía al dueño de un caballo golpear a su animal hasta matarlo, algo que hoy nos repugna y está castigado en casi todos los códigos penales de los países occidentales. La simpatía con la que cuentan los movimientos proteccionistas (sean del lince, las focas o las ballenas), la sensibilidad frente a los incendios forestales o el rechazo de amplios sectores de población a la caza, furtiva o no, evidencian la asimilación del valor de la vida en la cultura occidental. El precepto dado en la Biblia de «mandar en los peces del mar, en las aves del cielo, en las bestias y en toda la Tierra» (Gen.1,26) se interpreta ahora como una responsabilidad de nuestra especie por conservar y mantener un admirable patrimonio natural que comparte la existencia con nosotros. El biólogo D. Ehrenfeld expresaba esta actitud hacia la conservación de especies y comunidades «porque existen y porque esta existencia no es sino la expresión actual de un proceso histórico, de inmensa antigüedad y majestad, que continúa. La existencia, desde hace mucho tiempo, de la Naturaleza trae consigo el inapelable derecho de continuarla.»

2. Valores estéticos

Los seres vivos son una fuente permanente de belleza: tanto si los observamos separadamente como dentro de un paisaje, producen una impresión entre la contemplación y el asombro que ha cautivado a científicos, viajeros, excursionistas y a todo el mundo que se ha acercado a ellos.

La observación de la naturaleza nos ha llevado a grabarla, filmarla o fotografiarla para poder observar desde las remotas selvas a los fondos abisales. Sin necesidad de recurrir a entornos tan lejanos, la simple apreciación de nuestro alrededor puede, igualmente, cautivarnos, e incluso el insecto más corriente, observado con detalle, puede llegar a sorprendernos. C. Lévi-Strauss comentó en alguna ocasión que «cada especie es un tesoro irremplazable igual a los trabajos de arte que conservamos religiosamente en los museos».

Por lo tanto, los educadores deben presentar la belleza y otros valores gratuitos no sólo como revulsivo de los valores sociales imperantes sino también para desarrollar una dimensión presente en todos los seres humanos y esencial para su desarrollo, de enorme importancia en ciertos períodos, como el Siglo de Oro griego o el Renacimiento, y en cualquier caso permanente a lo largo de nuestra historia.

3. Valores económicos directos

Proteger los ecosistemas, por muy importantes que éstos sean, no significa, en ningún modo, mantener santuarios de espaldas a las actividades humanas. Hubo un tiempo, influenciado por las teorías conservacionistas más ortodoxas, en el que se decretaba la existencia de espacios naturales abiertos a los especialistas y vedados no sólo a la gente en general para su disfrute, sino incluso a los propios pueblos que durante siglos habían vivido en ellos y de ellos. De esta manera se provocaba un sentimiento de hostilidad por parte de la gente que vivía cerca de estos espacios, e incluso en ocasiones un enfrentamiento contra los propios espacios (incendios, caza furtiva, introducción de ganado, etc.).

Afortunadamente, esta visión ha ido cambiando y hoy no se entiende la protección ambiental sin la participación de las poblaciones implicadas. Por lo general, éstas han hecho históricamente un uso sostenido de los recursos –que puede y debe seguir haciéndose– como muestra, además, de que la gestión sostenible de los mismos es posible y viable. Uno de los ejemplos más relevantes lo ofrece el «movimiento seringueiro» en el Amazonas, formado por trabajadores que extraen el caucho de los árboles de forma sostenible, demostrando así cómo se pueden extraer recursos y respetar el medio, incluso en una de las zonas ecológicamente más importantes del planeta. Cuando las poblaciones viven integradas en sus entornos se convierten en sus principales defensores, garantizando así la conservación de los mismos.

Además de la explotación sostenida de los propios recursos, la biodiversidad ofrece también otras posibilidades de enorme interés para los seres humanos:

a) Como fuente de medicinas

Actualmente mil seiscientas especies vegetales se emplean con éxito en el campo de la medicina. Los ingredientes activos de, al menos, una tercera parte de los medicamentos utilizados por nuestra civilización provienen, directamente o como derivados, de plantas silvestres, hongos y otros organismos procedentes, especialmente, de las selvas tropicales. La morfina, la quinina y los antibióticos son los más conocidos. Pero la búsqueda continúa y así, desde 1990, se investiga sobre la gliotoxina, sustancia extraída de un hongo que promete proporcionar la clave para hacer los órganos trasplantados invisibles al sistema inmunológico sin comprometer otras funciones y que, tal vez, permita también elaborar nuevos fármacos contra el cáncer.

Recordemos además la procedencia del ácido acetilsalicílico, que se acumula en la corteza arbórea del género «Betula», o de la penicilina, antibiótico extraído de los cultivos del hongo penicillium. Las algas y algunas fanerógamas pueden purificar el agua de metales pesados, y la aplicación de microorganismos a la degradación de compuestos químicos persistentes constituye una de las aplicaciones más prometedoras de la biotecnología. Con el mantenimiento de la biodiversidad no sólo se favorece la investigación que busca soluciones a algunos de nuestros problemas actuales, sino que se conserva todo el patrimonio natural disponible para resolver necesidades futuras, haciendo de esta solidaridad con las próximas generaciones uno de sus valores más genuinos.

b) Como fuente de alimentos

Desde el punto de vista humano, la biodiversidad tiene gran interés como fuente de alimentos ya que éstos se han basado tradicionalmente en las especies vegetales. Durante toda la historia de la humanidad sólo se han utilizado alrededor de 3.000 plantas como alimento, pero al menos otras 75.000 son comestibles.

Las regiones más cercanas a los bosques tropicales, que por tener mayor diversidad es también donde más posibilidad existe de localizar especies comestibles, son actualmente algunas de las regiones más necesitadas. Una explotación adecuada de aquellas áreas contribuiría a paliar sus problemas más inmediatos de supervivencia.

c) Como reserva genética

Aunque hoy utilizamos especies cultivables para nuestra alimentación, existe todo un banco genético natural de especies silvestres de enorme interés para mejorar los cultivos o para producir nuevas variedades resistentes a climas cambiantes así como a nuevas plagas y enfermedades.

4. Valores indirectos

Hasta 1987 existía en la India, en el estado de Kerala, una pequeña rana considerada un endemismo en la región. Aparentemente sin mayor interés, su presencia era muy abundante, pero los vertidos industriales fueron contaminando progresivamente sus hábitats (lagos y charcas) hasta que, finalmente, desapareció. Como consecuencia, en los años siguientes la malaria creció considerablemente en esta zona, ya que esta especie regulaba, en grandes cantidades, las poblaciones de mosquitos.

Todos los seres vivos que componen la biosfera tienen su función, de manera que, salvo condiciones extremas –como las que conducen a la presencia de plagas–, podemos decir que nada sobra en los ecosistemas terrestres. Existe una perfecta interconexión entre las diferentes poblaciones, y de su buen funcionamiento depende el equilibrio ecológico. Este mismo equilibrio, que en principio no precisa de la existencia humana, es, sin embargo, indispensable para nosotros, ya que la desaparición de especies o la alteración de los hábitats repercute e incide sobre los seres humanos y su calidad de vida, tal y como hemos visto en el ejemplo anterior.

Para mantener una existencia aceptable necesitamos un ambiente favorable en composición de la atmósfera, clima o riqueza del suelo, y a ello contribuye el resto de los seres vivos de forma decisiva: bajo 1 m² de suelo, sea de bosque o de pastizal, existen miles de gusanos, insectos y ácaros junto a millones de microorganismos, los cuales desempeñan un papel fundamental para facilitar el reciclaje de nutrientes y, en consecuencia, la fertilidad del mismo. Su degradación reduciría su productividad, uniendo al daño ecológico el económico.

Otros daños derivados de la alteración de los ecosistemas serían: el aumento de la erosión del suelo, mayores riesgos de inundaciones, menor disponibilidad de recursos locales y el consiguiente encarecimiento de los mismos, etc.

AMENAZAS ACTUALES A LA BIODIVERSIDAD

Al igual que la pérdida de biodiversidad, existen actualmente otros problemas que afectan directamente al medio ambiente y que preocupan cada vez más a la opinión pública, como el cambio climático o la reducción de la capa de ozono. A diferencia de otros períodos históricos en que los impactos ambientales tenían connotaciones locales, cada vez más se trata de problemas globales que afectan, en mayor o menor medida, a toda la Tierra y que por consiguiente exigen estrategias de respuesta que impliquen a todos los países.

La indiscutible seriedad de estos problemas no procede tanto del problema en sí como del tiempo extremadamente corto en que están teniendo lugar. Desde el principio, las actividades humanas han acarreado, según el II Principio de Termodinámica, residuos y emisiones de débil repercusión sobre el medio. Pero el hecho de que nuestro modelo de desarrollo sea de forma exponencial, acelera todos los procesos sin que el medio tenga apenas posibilidad de recuperarse. Frente al crecimiento sostenido, que presenta el perfil de una recta, el crecimiento exponencial lo tiene de parábola –respondiendo a una ecuación de segundo grado– y supone la duplicación de los impactos cada cierto intervalo de tiempo, cada vez más corto.

Es este modelo de crecimiento, en último término, el responsable de los graves problemas ambientales actuales: un modelo que tiene como objetivo el beneficio económico a corto plazo y que supedita a este beneficio económico todo lo demás. La crisis ambiental no es, por tanto, un hecho inevitable en el devenir humano, sino una de las consecuencias de este equivocado modelo de desarrollo.

Sin embargo, muchos de estos problemas pueden solucionarse. Dicho de otra manera, el futuro no está todavía decidido: hay varias posibilidades y de la opción que tomemos hoy dependerá el estado futuro del medio ambiente. Lamentablemente, nadie puede hacer que una especie desaparecida retorne, pero de la misma forma que el cambio climático se puede detener y la capa de ozono restaurarse, una estrategia adecuada de conservación de la biodiversidad puede garantizar la supervivencia de los ecosistemas del planeta.

Como educadores, es importante que sepamos transmitir este mensaje. Si no hubiera salida para los problemas ambientales no tendría sentido que se reflexionara sobre ellos, ni en los libros, ni en el aula. Si lo hacemos, es porque aún existen posibilidades importantes de actuación, como se ha demostrado, por ejemplo, con el Protocolo de Montreal y sus sucesivas revisiones, que han conducido a proteger la capa de ozono. Pero para que las alternativas sean posibles es necesario actuar, ya que en ningún ámbito los problemas se arreglan solos.

Para ello, el primer paso es una correcta comprensión de los hechos. Todos los problemas ambientales hunden sus raíces en causas sociales, por lo que habrá, ante todo, que conocer las causas que conducen a la pérdida de especies y de espacios. Para ello, la concurrencia de las Ciencias Sociales es imprescindible, pues aporta la visión histórica y socioeconómica que ha llevado a la degradación de los entornos naturales.

En cuanto a la actuación propiamente dicha, deberá plantearse siempre a dos niveles: la personal y la pública. Es bien sabido que un estilo de vida puede construirse con criterios medioambientales: conservando la energía, reciclando productos o consumiendo de los productos ambientalmente más adecuados. También este principio puede aplicarse a la conservación de la biodiversidad, no comprando –o influyendo en los hogares para que no se haga– maderas tropicales o productos elaborados con especies protegidas. Pero estas medidas personales deben ir acompañadas de normas sociales de mayor alcance –como el Convenio CITES sobre comercio de especies–, de las que el ciudadano no debe estar ausente, sino que debe conocerlas, discutir las y mantener un estado de opinión que posibilite a sus representantes tomar medidas cada vez más enérgicas en lo que concierne a la protección del medio. Lo ambiental no debe quedar reducido a lo privado.

En último término, las propuestas deben alternar los aspectos socioeconómicos y los ambientales para que puedan tener consistencia y no se queden sólo en declaración de buenas intenciones. El objetivo final será, una vez más, el desarrollo sostenible que, sin renunciar al progreso que ha caracterizado siempre la evolución humana, garantice la disponibilidad futura de los recursos.

1. Causas generales

La velocidad de desaparición de especies se ha incrementado considerablemente desde la aparición del ser humano, pese a que éste lo hizo en el momento en que se disponía de mayor biodiversidad. La ola de extinción que se produce en nuestros días es la más grave desde el final del Mesozoico, hace 65 millones de años, y llevaría, si no se adoptasen medidas correctoras, a que para el año 2050 hubiera desaparecido una cuarta parte de todas las especies del planeta, la mayor parte aún por descubrir y localizadas, principalmente, en los bosques tropicales.

Los daños a las especies, que supondrán su desplazamiento o su destrucción, derivan de un impacto directo sobre ellas (como ocurre con los elefantes para la obtención de marfil o con los rinocerontes para apoderarse de sus cuernos) o, lo que suele ser más general, de una alteración importante de sus hábitats. En ambos casos, los daños se producen sobre todo el ecosistema, ya que una alteración en las plantas repercute en los invertebrados, éstos en los vertebrados, etc.

Entre las causas directas, pueden citarse prácticas como:

- la caza con fines peleteros,
- la persecución de las llamadas alimañas,
- el coleccionismo,
- la demanda de zoológicos y laboratorios, o
- la captura de especies de peces tropicales para adornar los acuarios.

Entre las indirectas se encuentran:

- la degradación del hábitat por vertidos continuos o puntuales de contaminantes,
- la fragmentación del hábitat (por ejemplo, por la construcción de carreteras),
- la alteración de los cursos de agua,
- la presión demográfica, procedente de las propias zonas o por motivos turísticos,
- la alteración del hábitat por urbanización total o parcial, por transformación del bosque en zona de cultivo, etc., o
- la extracción incontrolada de madera para fines de bajo rendimiento, como construcción, pasta de papel, embalajes, etc., madera que, en muchos casos, es exportada a bajo precio desde entornos ecológicamente importantes.

La diversidad biótica es generada constantemente en el proceso natural que, a la larga, crea nuevas especies. Pero este proceso de diferenciación (especiación) opera normalmente a una escala temporal que va desde miles a millones de años. La extinción, por tanto, excede largamente a la especiación.

Visto en términos energéticos, es interesante observar la apropiación que hacen los seres humanos de la producción primaria neta. Se define ésta como la energía fijada por la fotosíntesis menos la requerida por las propias plantas para sus procesos vitales, y representa básicamente el aporte alimentario de todas las especies animales. Sorprende que la especie humana consuma o desvíe el 40% de toda la producción disponible, lo que ocurre no sólo cuando se alimenta u obtiene los productos del medio sino cuando convierte sistemas naturales altamente productivos en otros que lo son menos: bosques tropicales en pastizales, prados en granjas o granjas en viviendas o infraestructuras.

2. La destrucción de los bosques tropicales

Se ha mencionado en varias ocasiones la importancia que tiene el bosque tropical. Contrariamente a lo que habitualmente se dice, no pueden considerarse como los pulmones del planeta ya que la mayor parte del oxígeno que producen se consume en los propios sistemas. Sin embargo, realizan un papel fundamental como reguladores del clima y, sobre todo, como albergue para gran número de especies que pueden alcanzar hasta el 70% de todas las del planeta.

Su destrucción tiene lugar por varias causas. En primer lugar, por la explotación comercial de la madera, agravada por el hecho de que para obtener rendimientos del 10% se daña el 55% de bosque. En segundo lugar, por el uso de combustible, pues –y aunque desde nuestra perspectiva occidental no nos lo parezca– la leña sigue siendo la principal fuente de energía de la humanidad y la emplean habitualmente 3.000 millones de personas. Este problema se acentúa en las zonas con alto crecimiento demográfico, en donde la presión de la población sobre los recursos es muy elevada.

Otra importante causa, que ha afectado sobre todo a los bosques centroamericanos de México y Costa Rica, ha sido la conversión de tierras para pastos, opción muy criticada, tanto por los bajos rendimientos conseguidos como por la relación final de proteína disponible.

Entre otras causas pueden señalarse los incendios, la explotación de recursos minerales, la agricultura intensiva, las migraciones y el turismo.

La Amazonia

La Amazonia es el mayor y más diverso bosque tropical de la Tierra. Conserva todavía el 80% del bosque original, a diferencia de la selva atlántica brasileña o del bosque tropical de otros países americanos, como Costa Rica, cuya extensión ha quedado reducida al 10% de la primitiva.

Sin embargo, sólo en la Amazonia brasileña se han talado más de 500.000 km², la mayor parte en las dos últimas décadas, ya que desde la época colonial hasta 1964 la deforestación apenas alcanzó los 100.000 km².

La primera causa de la deforestación, tanto en Brasil como en los países limítrofes, ha sido la búsqueda de nuevos medios de vida para millones de campesinos en un marco en el que se alterna la existencia de grandes latifundios con la ausencia de tierras cultivables. Los gobiernos han permitido estas migraciones e invasiones como válvula de escape a posibles conflictos sociales. La construcción de la carretera transamazónica (1970-1973) fue uno de los primeros proyectos que apuntaron en esa dirección. Más tarde, la agricultura de subsistencia en pequeñas parcelas en donde, con dificultad, se cultiva arroz y mandioca, la extracción de madera y la minería de oro y casiterita, han permitido malvivir, directa o indirectamente, a unos ocho millones de personas.

La baja fertilidad de los suelos amazónicos ha dado al traste con muchos proyectos agrícolas, y ha provocado que los emigrantes acaben por convertirse en «garimpeiros», es decir, trabajadores de una nueva minería consistente en la extracción salvaje de oro, diamantes y mineral de estaño. En el momento de mayor auge, entre 1987 y 1990, su número llegó al millón de personas que, además de la deforestación, dejaron una fuerte contaminación de ríos y suelos (2.000 t de mercurio vertidas a los ríos en la década pasada).

La incidencia de estos nuevos colonizadores no sólo se ha dejado notar en el bosque sino también entre la población indígena: apenas un millón de indígenas ha logrado sobrevivir en la Amazonia, de los cuales sólo 150.000 en la Amazonia brasileña.

La segunda causa, y quizás la principal, es la ganadería extensiva, a la que se atribuye el 70% de la destrucción del bosque amazónico, destrucción injustificada por cuanto que los rendimientos de los rebaños de bovino apenas alcanzan los 50 kg anuales por hectárea y sólo se crea un empleo por cada 500 hectáreas de bosque destruido.

En cuanto a la producción de madera, en la Amazonia es aún pequeña, pero se realiza sin ningún control y parece estar creciendo rápidamente: de 7,6 millones de m³ en 1976, a 25 millones en los comienzos de la década de los 90. El peso de la deuda externa es una de las causas que empuja a la sobreexplotación de los recursos. En esa línea debe enmarcarse el proyecto Grande Carajás destinado a la explotación de los recursos amazónicos para la exportación a los mercados del Norte, con un área afectada de 900.000 km².

Es probable que exista un umbral crítico de deforestación por encima del cual el bosque restante no pueda mantener el clima necesario para su propia supervivencia, especialmente en lo

que a condiciones de humedad se refiere. Así, el vapor de agua del Atlántico se condensa en la lluvia que cae en la cuenca oriental del Amazonas; devuelta a la atmósfera por la vegetación como vapor de agua, se condensa de nuevo en forma de lluvia en el oeste más alejado. Esa humedad se recicla muchas veces mientras viaja tierra adentro. En la parte occidental de la cuenca casi el 90% de la lluvia cae, al menos, por segunda vez y, muy frecuentemente, por tercera o cuarta.

La deforestación y la subsiguiente desecación podría tener serios efectos regionales en el Brasil no amazónico, posiblemente reduciendo las precipitaciones en importantes áreas agrícolas del sur. También serían probables cambios sustanciales en el albedo de la región, lo que podría provocar un cambio significativo en la cantidad de energía solar absorbida por el planeta.

Los otros bosques tropicales

El bosque tropical no sólo se encuentra en América. Está también presente, y con la misma importancia, en África y Asia, si bien la mayor lejanía física y cultural, junto con una distribución más dispersa, ha impedido que su evolución sea tan conocida como la del bosque amazónico. Por ese motivo, se encuentran más amenazados y, de hecho, su ritmo de destrucción es mayor.

Las causas de la deforestación son similares a las del bosque americano. Entre las principales se encuentran la extracción de madera para los mercados japonés y europeo, junto con la agricultura.

En cuanto a las migraciones, han afectado especialmente al bosque indonésico. El alto porcentaje de población del archipiélago ha llevado a que los gobiernos lleven a cabo políticas inadecuadas de migración dirigidas a poblar zonas naturales de alto valor ecológico, destruyéndolas y desplazando a las poblaciones indígenas. El incendio provocado ha sido uno de los instrumentos más utilizados para conseguir tierra disponible.

En África, además de la presión demográfica en algunos entornos, deben citarse las guerras como otra causa destructora de los bosques.

Los arrecifes de coral

Cuando se habla de biodiversidad, generalmente se piensa en ecosistemas terrestres, como los descritos. Sin embargo, en los mares de las zonas tropicales también existen sistemas considerados entre los más ricos en cuanto a diversidad biológica: se trata de los arrecifes de coral. En franca regresión, su destrucción procede, entre otras causas, de los vertidos de aguas residuales procedentes de los barcos y de la búsqueda de sus esqueletos.

3. Causas indirectas

Otras actividades humanas no llegan a destruir directamente las especies pero pueden producir daños sobre las mismas, poniendo en peligro su existencia y la de los ecosistemas que las contienen. Entre ellas pueden citarse las siguientes:

Especies introducidas artificialmente

Hay varias razones por las que las especies introducidas artificialmente (especies invasoras) no resuelven las deficiencias de un ecosistema ni suelen alcanzar el mismo éxito que las autóctonas:

- alguna/s especies autóctonas pueden ser depredadas por las invasoras, alterando como consecuencia las redes alimentarias en la zona, cuyo nuevo equilibrio puede ser muy lento o no llegar a alcanzarse;
- alguna/s especies autóctonas y la invasora muestran la misma preferencia por un determinado hábitat o alimento, creándose así una fuerte competencia entre ellas y, de la misma forma que en el caso anterior, el nuevo equilibrio puede ser lento o no llegar tampoco a alcanzarse;

-
- la especie invasora puede introducir enfermedades y/o parásitos hasta el momento desconocidos, provocando enfermedades nuevas y/o la muerte de alguna especie local, lo que volverá a influir para alcanzar un nuevo equilibrio.

En cuanto a las plantas, las repoblaciones con especies no autóctonas suponen también una alteración de los ecosistemas, ya que:

- algunas plantas modifican drásticamente la composición del suelo, lo que afecta al resto de la comunidad vegetal de la zona y, más lentamente, a los consumidores (animales);
- otras alteran la disponibilidad de agua, con lo que se incrementa la posibilidad de incendios.

La ingeniería genética

La ingeniería genética ofrece enormes posibilidades: las técnicas del ADN recombinante pueden suponer la disminución de daños genéticos y la mejora de muchas especies, entre otras aplicaciones. Hay, sin embargo, un hecho polémico: la clonación.

En realidad, la selección de especies no es nueva y se viene practicando desde tiempos remotos, primero por simple elección, después con cruces e injertos y finalmente con técnicas biotecnológicas. Pero como suele ocurrir con los descubrimientos y las nuevas tecnologías, los problemas se producen en sus aplicaciones y en los intereses que las mueven. Hace tiempo que la agricultura y la ganadería se hicieron intensivas porque así se producía más, empleando para ello altas dosis de fertilizantes y productos químicos, y llegando, incluso, a alimentar al ganado con piensos animales. Esta misma mentalidad productivista que no repara en convertir la tierra y los seres vivos en materias primas y máquinas a las que debe extraerse el máximo rendimiento, está detrás de los procesos actuales de selección y clonación: el objetivo es encontrar especies más rentables.

Sin embargo, a lo largo de los siglos el ser humano ha combinado todas las semillas y razas conocidas, empleando la mejor adaptada en cada área particular: en esta diversidad ha residido la fortaleza de las especies frente a las condiciones adversas. Los monocultivos son sumamente frágiles y eso lo saben bien los agricultores cuando, en la actualidad, se están viendo obligados a utilizar una gran cantidad de productos fitosanitarios (pesticidas) para frenar unas plagas cada vez más resistentes y mejor adaptadas. La resistencia a los insecticidas se ha documentado en 450 especies de insectos y ácaros, y se considera una de las amenazas más serias para la salud y la agricultura.

Cuando se trabaja con razas locales, las especies están mejor adaptadas y las plagas atacan con menos virulencia, lo que no ocurre con especies introducidas. Además, los episodios del tizón del maíz en Estados Unidos y de la patata en Irlanda muestran la debilidad de cultivar especies únicas y debe enseñarnos que la diversidad disminuye los riesgos, es menos costosa y permite una mayor autonomía a las poblaciones, al no estar obligadas a comprar semillas y agroquímicos a las grandes compañías. Por otra parte, los suelos, aunque maduros, en presencia de la agricultura intensiva reducen considerablemente su tiempo de vida.

La importancia, por tanto, de la diversidad como garantía de un futuro rentable y sostenible no queda sólo para las especies silvestres sino, también, para las especies domésticas y cultivables.

La contaminación

La regresión ecológica y la pérdida de especies ha sido un proceso natural a lo largo de las diferentes épocas históricas. Los propios cambios de la atmósfera han podido ser uno de los factores desencadenantes y, así, la aparición de oxígeno libre supuso la muerte de un amplio conjunto de organismos anaerobios y, en su caso, la relegación de los mismos a los fangos de los fondos fluviales, lacustres y oceánicos.

Sin embargo, los procesos contaminantes más peligrosos se dan como consecuencia de las actividades humanas, con la difusión en el medio de productos de naturaleza química para los que los seres vivos no tienen mecanismos de degradación. De esta manera, la contaminación del aire, agua o suelos puede dañar a muchas especies, influyendo sobre el equilibrio de los ecosistemas.

El índice de contaminación de una zona puede medirse gracias a la presencia o ausencia en él de las llamadas «especies indicadoras». Se conocen como tales a todas aquellas especies que sirven como advertencia temprana de los cambios perjudiciales que están ocurriendo en un ecosistema. El hecho de que dichas especies comiencen a desaparecer nos está indicando que los cambios pueden ser ya irreversibles, salvo en el caso de una actuación rápida y enérgica. Los anfibios, por ejemplo, son buenos indicadores, ya que parte de su vida la desarrollan en tierra y parte en agua, pudiendo reflejar la contaminación en ambos medios. Otros bioindicadores importantes son los líquenes, cuya presencia sobre la corteza de los árboles señala la ausencia de contaminación atmosférica al ser muy sensibles al dióxido de carbono, entre otros productos, en concentraciones relativamente bajas.

LA BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA

La posición geográfica de la península Ibérica, enmarcada en el extremo suroccidental del continente europeo y próxima a la costa norte de África, junto con la enorme heterogeneidad de su territorio, supone la presencia de una gran diversidad biológica.

El territorio español, incluidas las zonas insulares, acoge unas 10.000 especies de plantas superiores –1.800 de las cuales son endémicas, entre ellas el 25% de la flora canaria–, y entre 50.000 y 60.000 especies animales, entre las cuales figuran 5.000 especies de lepidópteros (400 endémicos), 460 especies de aves (entre reproductoras e invernantes) y 100 especies de mamíferos. En relación a la Unión Europea, nuestros espacios naturales suponen el 50% del total, conteniendo el 74% de las aves y el 79% de los mamíferos.

Las amenazas a esta rica diversidad biológica pueden proceder de causas como las siguientes:

- abandono de agricultura y ganadería en beneficio del desarrollo de infraestructuras;
- monocultivos e introducción de especies exóticas con fines comerciales que desplazan y ocupan el lugar de las autóctonas, como el eucalipto;
- sobreexplotación de recursos, especialmente de agua y madera;
- emisiones y vertidos: el ozono troposférico (principal contaminante atmosférico en España, así como en otros países mediterráneos), un gran fitotóxico debido a su poder oxidante;
- elevado riesgo de incendios forestales;
- problemas de erosión y desertización que afectan al 43,8% de nuestro territorio.

Como consecuencia, el 53% de los mamíferos españoles, el 37% de las aves, el 41% de los reptiles, el 78% de los anfibios y el 9% de los peces –un total de 245 especies de vertebrados– se encuentran amenazados.

Una de las primeras medidas tomadas para la protección de las áreas más sensibles ha sido la protección de estos espacios: España cuenta con cerca de 500, algo más del 6% del territorio, lo que representa el 30% del total de los espacios protegidos de la UE. Pero tal vez las medidas más eficaces sean las estructurales. En ese sentido, además de evitar los factores directos de destrucción, debe promoverse el uso diversificado del territorio evitando la fragmentación excesiva de los hábitats silvestres y beneficiando la coexistencia de sistemas mixtos constituidos por bosques, arboledas y setos con cultivos y pastizales.

Entre nuestros hábitats vegetales se encuentra el bosque mediterráneo, formado sobre todo por pinares y alcornocales; el bosque caducifolio, típico de la España atlántica; los pinares, constituidos a partir de siete especies autóctonas de pinos y divididos en pinares de montaña y pinares mediterráneos; los sabinars, que en otras épocas ocupaban extensas zonas del interior peninsular y hoy, a pesar de la reducción de sus áreas originales, muestran su belleza en las parameras; y el bosque de galería, compuesto por alisos, sauces, chopos, álamos, fresnos y olmos desarrollados a lo largo de ríos y arroyos. Entre los bosques canarios se encuentra la famosa laurisilva, de ambiente subtropical.

La dehesa ha sido un buen ejemplo de desarrollo sostenible de nuestros bosques. Se trata de una formación vegetal surgida de la prolongada convivencia entre bosques y ser humano que ha permitido obtener un rendimiento económico moderado, pero mantenido, durante siglos, en unas regiones de suelos poco fértiles y sometidos a los rigores del clima.

La dehesa es el resultado del aclareo del bosque mediterráneo, principalmente de encina y alcornoque, hasta dejar unos 40-50 pies por hectárea para permitir el crecimiento del pasto o el cultivo del suelo. La dehesa es un valioso ejemplo de gestión:

- la intensidad de la explotación se ajusta a los límites ecológicos, evitando la estrategia habitual de obtener la máxima rentabilidad inmediata a expensas del futuro;
- permite el aprovechamiento diversificado de una zona con la explotación moderada de los recursos: cereales, pastos para ganado (vaca, oveja, cabra, cerdo), corcho, leña, carbón, miel...;
- hace posible la conservación de los valores naturales del medio manteniendo una alta diversidad botánica y faunística;
- no requiere grandes inversiones energéticas o tecnológicas (maquinaria, agroquímicos, riego) y mantiene una importante mano de obra especializada en diversos oficios.

1. Protección directa de las especies

Puede realizarse, principalmente, de dos maneras:

- la recuperación de especies mediante la cría en cautividad y posterior reintroducción en el hábitat natural (lo que, aunque ayuda a la supervivencia de poblaciones salvajes, no evita el peligro de las especies amenazadas);
- la protección legal de las especies, impidiendo su comercio y caza.

Ambas medidas están dirigidas sólo a especies en peligro de extinción (águila imperial en España, cóndor en California, panda gigante en China). Sobre la protección de especies se han publicado los llamados «libros rojos», es decir, documentos autorizados internacionalmente que recopilan la información acerca del estado de conservación de las especies. Incluyen comentarios acerca de las posibles causas del descenso de sus poblaciones y sugieren medidas para su conservación. Se han elaborado varias categorías para describir su estado actual: «especie en peligro» (supervivencia improbable), «extinguida» (se le perdió el rastro en los últimos 50 años), «vulnerable», «rara», «fuera de peligro» y «no amenazada».

2. Protección de los hábitats

Se realiza mediante los actuales planes de gestión enfocados a la creación de parques naturales y reservas de vida salvaje que puedan garantizar el mantenimiento de los ecosistemas que los habitan.

Actualmente, las áreas protegidas ocupan el 6% de la superficie terrestre. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha propuesto como objetivo alcanzar el 10% para el año 2000. La protección se extendería a aquellas zonas que tuvieran alguna de las siguientes características:

- riqueza faunística y botánica;
- singularidad en las formaciones geológicas;
- belleza paisajística;
- importancia educativa y cultural.

Tal como se ha comentado anteriormente, hasta hace pocos años preservar los espacios implicaba eliminar de ellos las poblaciones humanas o impedir su desarrollo. En la actualidad, este enfoque puede considerarse obsoleto, como lo prueban las nuevas figuras de reservas de la biosfera. Se denomina así a las áreas protegidas que satisfagan dos objetivos:

- conservación de la naturaleza;
- desarrollo sostenido de la población humana local.

Las reservas de la biosfera están organizadas en un área central protegida de la perturbación humana, una zona amortiguadora intermedia y una zona externa o de transición en la que se integran conservación y uso de recursos por la comunidad local (agricultura, turismo, investigación, etc.). El Parque de Doñana en España y la reserva Masai en Kenia son, actualmente, dos ejemplos representativos.

3. Actitudes personales

La Educación Ambiental tiene como uno de sus objetivos principales el cambio de las actitudes frente al medio, introduciendo en nuestras vidas criterios de respeto y conservación. Las prácticas personales no son suficientes por ellas mismas, pues para terminar con el comercio de marfil –por ejemplo– no basta con educar a la población para que no lo compre. Se precisan, además, medidas severas para perseguir a los cazadores y a los que los envían. Pero sin duda, las actitudes personales, junto a la introducción de valores éticos en nuestro comportamiento, contribuyen de forma importante a la protección del medio, al tiempo que nos hacen más respetuosos con la vida.

En relación con la biodiversidad podemos destacar las siguientes actitudes personales:

- rechazo de aquellos productos de consumo elaborados a partir de especies frágiles o con ciclos largos de reproducción (carey, maderas tropicales, marfil, coral, etc.);

- rechazo de prácticas coleccionistas, tanto personales como con fines didácticos: las colecciones de insectos o plantas pueden ser sustituidas por otros recursos de igual o mayor validez como diapositivas, videos, fotografías, visitas, etc.;
- fomento del respeto por el medio natural: disfrutar de los hábitats y de las especies sin molestarlas ni apropiárselas, rechazar la caza cuando no esté motivada por necesidades de supervivencia;
- en caso de repoblaciones, hacerlas después de un estudio previo y empleando especies autóctonas.

4. Los convenios internacionales

Consecuente con la amenaza que las actividades humanas están suponiendo para la supervivencia de la vida silvestre y la diversidad biológica, se han venido realizando diferentes convenios y reuniones con la finalidad de proteger los hábitats y las especies en ellos contenidos. Estos convenios han sido a veces parciales (aplicados sobre especies concretas, como algunas clases de aves o insectos), han profundizado con más o menos intensidad en las causas que han llevado a la pérdida de especies y han dado soluciones más o menos realistas en función de los parámetros considerados.

Hoy, se considera el documento más emblemático el Convenio sobre Diversidad Biológica firmado en la Cumbre de Río de 1992. Aunque no ha sido el primero en su género, ha reunido el contenido de los anteriores y se ha convertido así en el referente más importante que existe en cuanto a conservación. Tras él se han realizado diferentes reuniones de seguimiento tanto a nivel internacional como de aplicación en cada uno de los países firmantes.

Anterior a Río, uno de los principales convenios en el ámbito europeo fue el Convenio de Berna del 19 de septiembre de 1979. Definido como convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa, marcaba como objetivo «garantizar la conservación de la flora y de la fauna silvestres y de los hábitats naturales cuya conservación requiere la cooperación de varios Estados, fomentando la misma al tiempo que concediendo una especial atención a las especies amenazadas de extinción y vulnerables, incluidas las especies migratorias» (art.1).

El texto principal consta de 24 artículos y varios Anexos, en los cuales se enumeran las especies protegidas y los métodos de caza prohibidos en el ámbito comunitario. Aunque se realizaron algunos más a lo largo de los años anteriores a Río, nos centraremos en este último por su importancia y por su trascendencia.

El Convenio sobre Biodiversidad de Río se firmó el 5 de junio de 1992. Es un instrumento marco cuyos objetivos se definen como «la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos» (art.1).

El Convenio consta de 42 artículos y dos Anexos. El texto principal comienza estableciendo las coordenadas en que este convenio se sitúa y proponiendo medidas de conservación de la biodiversidad. Se destaca, más adelante, la importancia de la investigación y de la educación ambiental, y regula el acceso a los recursos genéticos, a la tecnología y a la transferencia de tecnología. Tras señalar la importancia de la cooperación y del intercambio de información, se definen los recursos financieros necesarios para el cumplimiento del Convenio. Los últimos artículos hacen referencia a los aspectos formales del mismo.

La Cumbre de Río se realizó veinte años después de la de Estocolmo (1971). Se llegó a ella con serios problemas ambientales pendientes y representó, como primer aspecto positivo, la reunión de, prácticamente, todos los países del mundo, que reconocían así la dimensión de los problemas ambientales, su carácter global y la necesidad de soluciones. Se presentaron dos grandes documentos de trabajo: la Carta de la Tierra y la Agenda XXI. El primero buscaba el establecimiento de una nueva dimensión entre medio ambiente y desarrollo y nuevas líneas de cooperación entre países desarrollados y no desarrollados. La Agenda XXI pretendía ser un calendario de acciones. De la Cumbre surgieron además otros documentos importantes,

entre ellos el Convenio sobre cambio climático y el Convenio sobre biodiversidad. Si bien los primeros pueden considerarse como declaraciones no vinculantes, los convenios sí tienen este carácter.

Pese a su trascendencia, la Cumbre de Río ha presentado desde el primer momento dificultades para su cumplimiento, la mayor de ellas motivada por los diferentes grados de desarrollo de los países participantes. Nadie duda que la pobreza es el principal problema de nuestro tiempo y garantizar la preservación del medio para las generaciones futuras pasa, en muchos casos, por llevar adelante políticas decididas para erradicar sus causas. Para que la Agenda XXI pueda cumplirse –y hacer realidad, con ello, los proyectos de desarrollo sostenible– deberían invertirse 12,5 billones de pesetas anuales, cantidad cuya aportación corresponde a los países desarrollados y que no siempre se realiza en sus plazos y términos. Los acuerdos y convenios pueden resentirse si falla este importante factor de compensación.

Tras el Convenio de Río han tenido lugar cuatro reuniones internacionales. Las tres primeras (Nassau, 1994; Yakarta, 1995; Buenos Aires, 1996) establecieron las bases administrativas del Convenio de 1992. La cuarta, celebrada en el mes de mayo de 1997 en Bratislava, puso el acento en canalizar un mayor número de recursos financieros, tecnológicos y políticos para la conservación de la biodiversidad. La asistencia de 1.500 representantes de 180 países dio más fuerza y credibilidad a los proyectos propuestos. Entre otros contenidos, se destacó la importancia de un turismo sostenible junto a la conservación de las aguas continentales. Se debatió también la posible creación de un Protocolo de Bioseguridad que regule los avances en biotecnología, así como la participación de los pueblos indígenas en la conservación de la diversidad biológica de sus territorios.

El Convenio de Río determinaba que los países firmantes debían presentar una estrategia nacional de conservación de la biodiversidad en sus territorios. Este plan ya existe en España y contempla, a grandes rasgos, una mayor estructuración de la red de espacios protegidos de forma que dejen de ser un conjunto de instrumentos aislados y se integren, mediante un comité de coordinación, en una red global de conservación. Además, la participación del sector privado en la conservación de la biodiversidad así como la evaluación del grado de funcionamiento de los planes de recuperación existentes para evitar desfases entre la catalogación de especies amenazadas y las acciones para salvarlas.

Finalmente, España presentó en el marco de la última Conferencia de Bratislava el proyecto Araucaria, un programa que contempla inversiones de 10.000 millones de pesetas en proyectos de cooperación ambiental y erradicación de la pobreza en América Latina.

APLICACIÓN EN EL AULA

Dada su importancia, la biodiversidad debe estar presente en los programas escolares, tanto dentro de las materias básicas (Ciencias Naturales, Ciencias Sociales...), como en el eje transversal de Educación Ambiental. No debe tratarse como un tema más del programa, sino en relación con la educación para la vida, de ahí que sea del mayor interés considerarla transversalmente. Esto reforzaría la función genuina de la escuela, dando respuesta a dos necesidades esenciales: la enseñanza curricular y la formación para la vida. En ese sentido, la biodiversidad deberá presentarse como un tema vivo, serio, actual, que concierna a los hombres y mujeres de este fin de siglo y en donde las actitudes personales –como ocurre con tantos hechos ambientales– están llamadas a jugar un importante papel. Tanto dentro de la ESO como del Bachillerato, concretamente en el área de Ciencias Naturales, se encuentra el tema Unidad diversidad de los seres vivos en él, desde la célula como unidad básica de la materia viva, y por procesos de diferenciación, evolución y sucesión ecológica, se llega a la diversidad de especies y ecosistemas así como a las interacciones de éstos, primero dentro de ellos a través de las cadenas tróficas, y luego con su ambiente. Además de los conceptos puramente ecológicos, debe insistirse en los valores de la biodiversidad y las causas de su pérdida, de modo que vayan surgiendo actitudes de protección y respeto hacia todos los seres vivos y conciencia de preservación del patrimonio natural para las generaciones futuras.

Las actividades, al igual que en otras áreas de Educación Ambiental, juegan un papel muy importante y permitirán al alumno descubrir por sí mismo la realidad de los hechos ambientales. En la bibliografía general que aparece al final de este documento hay descritas un gran número de actividades, además del material específico de Educación Ambiental editado por EDITORIAL SANTILLANA (que se reseña al final de la bibliografía). Entre las más básicas figuran las salidas al medio natural y el estudio de las especies allí existentes (clases, interacciones, grado de conservación, etc.) junto a las actividades de laboratorio, entre las cuales el análisis de una gota de agua procedente de charcas o estanques permite comprender la organización y diversidad, incluso en un entorno microscópico.

Insistiremos, finalmente, en el carácter transversal que corresponde al tratamiento de la biodiversidad. Cuando se observa un bosque, el estudio no debe quedar sólo limitado a la ecología de plantas, animales y suelo. Ese bosque ha tenido una función histórica y cultural, ha configurado un paisaje, ha albergado a pueblos que han hecho un determinado uso del mismo, tal vez le han rodeado mitologías o leyendas y puede que haya sido plasmado en poemas, obras literarias o en la pintura, aspectos todos que deben tenerse en consideración. Los problemas que le afectan repercuten también en la sociedad que se desenvuelve en él o en sus alrededores (y que quizás sea la causante de los mismos).

Proporcionar esta visión integradora e investigar en las causas de los problemas encontrados, proponiendo alternativas, es asunto de las Ciencias Sociales, Lengua y Literatura o Educación Plástica y Visual, entre otras áreas. La participación de todas ellas en el desarrollo de este tema es imprescindible y permitirá que el valor de la biodiversidad sea comprendido en toda su dimensión.

BIBLIOGRAFÍA

- ADENA-WWF. Hacer para comprender. Fichas de experimentos para la conservación. Madrid, 1987.
- CADUTO, J. Guía para la enseñanza de valores ambientales. Los libros de la catarata. Madrid, 1992.
- CANTERA, R. et al. Curso práctico de Ciencias Naturales. Akal ed. Madrid, 1983.
- CENEAM (Centro Nacional de Educación Ambiental). Bosques: hacia un uso sostenible. Madrid, 1995.
- DIAMOND, J. The rise and fall of the third chimpanzee. Harper and Collins. New York, 1991.
- EHRENFELD, D. The arrogance of humanism. Oxford University Press. Oxford, 1978.
- EHRlich, P.; WILSON, E. Estudio de biodiversidad: ciencia y políticas. 1991.
- EHRlich, P.R.; EHRlich, A. H. Biodiversidad: la gran extinción. Gaia, 1, 28. Madrid, 1993.
- ERWIN, T. El dosel del bosque tropical. In Biodiversity(123). Wilson E. Ed. Washington, 1988.
- FEARNSIDE P. M. et al. Deforestation rate in Brazilian Amazonia. National Secretariat of Science and Technology. Brasilia, 1990.
- GRAINGER, A. Controlling tropical deforestation. Earthscan. London, 1993.
- IUCA (Instituto Universitario de Ciencias Ambientales). Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo. Complutense ed. Madrid, 1992.
- KREBS, C. J. Ecología. Pirámide ed. 1986.
- LOVELOCK, J. Gaia, una nueva visión de la vida sobre la Tierra. Herman Blume ed. Madrid, 1983.
- LUCENA RODRÍGUEZ, J. Biodiversidad: consideraciones sobre su conservación. Edición Málaga, 1993.
- MAGURRÁN, A. E. Diversidad ecológica y su medición. Vandrú ed. 1989.
- MARGALEF, R. Ecología. Omega ed. Barcelona, 1974.
- MARGALEF, R. Teoría de los sistemas ecológicos. Eds. Universitaria. Barcelona, 1991.
- MAY, R. How many species are living on the Earth? Science, 241, 1441. 1989.
- MIMAM (Ministerio de Medio Ambiente). Programa Corine. Serie monografías. Madrid, 1990.
- MIMAM. Río 92 Tomo I. Madrid, 1992.
- MYERS, N. The primary source. Norton ed. N.Y., 1984.
- PASCUAL TRILLO, J. A. El arca de la biodiversidad. Celeste ed. Madrid, 1997.
- ROUSH, R.; TEBASHNIK, B. Pesticide resistance in arthropods. Chapman and Hall ed. N.Y., 1990.
- SCHULTES, R. E. Actas del Congreso de Etnobotánica. Córdoba, 1992.
- VEGA, I. La diversidad biológica en España. Gaia, 1, 33. Madrid, 1993.
- VELÁZQUEZ DE CASTRO, F. Educación ambiental. Narcea-M.E.C. Madrid, 1995.
- VELÁZQUEZ DE CASTRO, F.; FERNÁNDEZ, M. C. Educación ambiental en las ciencias de la vida. Narcea ed. Madrid, 1998.
- WILSON, E.O. Fauna Ibérica Vol. 0 (Coleoptera). Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid, 1990.
- WILSON, E. O. La diversidad de la vida. Crítica ed. Barcelona, 1994.

Publicaciones de EDITORIAL SANTILLANA

Cuadernos de Ciencias de la Naturaleza: Educación Ambiental (1.º y 2.º cursos de ESO); El Mediterráneo (2.º ciclo ESO); El hombre y la biosfera (2.º ciclo ESO). Editorial Santillana, 1997

Proyecto de trabajo de Ecología. Editorial Graza lema • Santillana, 1997