



MINISTERIO DE EDUCACIÓN

DINFOCAD/UCAD

DINESST/UDCREES

PLANCAD
SECUNDARIA 2000

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE



Material de trabajo complementario

1.1

INTRODUCCIÓN A LOS MÓDULOS PLANCAD

En la actualidad, los docentes del Área de Ciencia, Tecnología y Ambiente, tienen que enfrentar muchas dificultades para acceder a información actualizada, que les permita profundizar en contenido científico reciente; y, en forma paralela, familiarizarse y manejar estrategias metodológicas dinámicas para facilitar el aprendizaje del Área a sus alumnos.

Por ello, el Ministerio de Educación, a través del Programa de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Peruana y del Plan Nacional de Capacitación Docente 2000, con la colaboración de la Universidad Peruana Cayetano Heredia a través de la Dirección de Educación Continua, de su Facultad de Educación, ha elaborado cuatro Módulos Autoinstructivos, uno por cada grado de educación secundaria, para satisfacer esta necesidad y así contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación nacional, vía el enriquecimiento personal y profesional del potencial humano que existe en el cuerpo docente del país.

El módulo consiste en ocho (8) fascículos monotemáticos con contenidos seleccionados de aquellos que conforman la Estructura Curricular Básica para educación Secundaria, en el Área de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Cada fascículo ha sido desarrollado para cubrir dos aspectos fundamentales de la actividad educativa.

Por un lado, contiene información científica actualizada, trabajada de manera accesible para ser asimilada con facilidad y, al mismo tiempo, adecuarla a las necesidades y posibilidades de acción en el aula. Por otro lado, ofrece estrategias metodológicas dinámicas que promuevan la participación activa en el análisis de los temas y materiales presentados en una situación de aprendizaje para facilitar, en los alumnos, la construcción de sus propios conocimientos.

La estructura del fascículo está diseñada para ser desarrollado a través de tres momentos de actividad de aprendizaje, en el aula y/o fuera de ella.

- * Actividades iniciales o de entrada.
- * Actividades de Proceso, incluyendo acciones de Investigación-Experimentación
- * Actividades de Salida o finales

Al final de cada fascículo, se presenta una síntesis de los contenidos tratados, seguida de una autoevaluación final. Se incluye, también, un glosario básico que explica o define aquellos términos que son nuevos o que aún siendo conocidos, son a menudo utilizados erróneamente. El fascículo se completa con unas referencias bibliográficas acerca de los materiales consultados o que pudieran servir para una mayor profundización en función del interés del docente usuario de este material.

Adicionalmente al fascículo ya recibido, ahora te entregamos este documento que contiene las respuestas a varios de los ejercicios contenidos en el fascículo correspondiente, además de material complementario de lectura.

Ahora, apreciado amigo y colega te invitamos a conocer cada uno de los fascículos y su material complementario, en la medida en que vayan llegando a tus manos; disfrutar con ellos tratando de redescubrir como funciona el mundo en que vivimos y enriquecerte, personal y profesionalmente.

Nota. El material contenido en este documento ha sido seleccionado, compilado y editado por el Prof. **César A. Quiroz Peralta**.

Ambiente¹

Conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la delgada capa de la Tierra llamada biosfera, sustento y hogar de los seres vivos.

Constituyentes del ambiente

La atmósfera, que protege a la Tierra del exceso de radiaciones ultravioleta y permite la existencia de vida es una mezcla gaseosa de nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua, otros elementos y compuestos, y partículas de polvo. Calentada por el Sol y la energía radiante de la Tierra, la atmósfera circula en torno al planeta y modifica las diferencias térmicas. Por lo que se refiere al agua, un 97% se encuentra en los océanos, un 2% es hielo y el 1% restante es el agua dulce de los ríos, los lagos, las aguas subterráneas y la humedad atmosférica y del suelo. El suelo es el delgado manto de materia que sustenta la vida terrestre. Es producto del clima, de la roca madre, como las morrenas glaciales y las rocas sedimentarias, y de la vegetación. De todos ellos dependen los organismos vivos, incluyendo el hombre. Las plantas se sirven del agua, el dióxido de carbono y la luz solar para convertir materias primas en carbohidratos por medio de la fotosíntesis; la vida animal, a su vez, depende de las plantas en una secuencia de vínculos interconectados conocida como cadena trófica.

Durante su larga historia, la Tierra ha cambiado lentamente. La deriva continental (resultado de la tectónica de placas) separó las masas continentales, los océanos invadieron tierra firme y se retiraron de ella, y se alzaron y erosionaron montañas, depositando sedimentos a lo largo de las costas (véase Geología). Los climas se caldearon y enfriaron, y aparecieron y desaparecieron formas de vida al cambiar el medio ambiente. El más reciente de los acontecimientos medioambientales importantes en la historia de la Tierra se produjo en el cuaternario, durante el pleistoceno (entre 2,5 millones y 10.000 años atrás), llamado también periodo glacial. El clima subtropical desapareció y cambió la faz del hemisferio norte. Grandes capas de hielo avanzaron y se retiraron cuatro veces en América del Norte y tres en Europa, haciendo oscilar el clima de frío a templado, influyendo en la vida vegetal y animal y, en última instancia, dando lugar al clima que hoy conocemos. Nuestra era recibe, indistintamente, los nombres de reciente, postglacial y holoceno. Durante este tiempo el medio ambiente del planeta ha permanecido más o menos estable.

Problemas ambientales

La especie *Homo sapiens*, es decir, el ser humano, apareció tardíamente en la historia de la Tierra, pero ha sido capaz de modificar su medio ambiente con sus actividades. Aunque, al parecer, los humanos hicieron su aparición en África, no tardaron en dispersarse por todo el mundo. Gracias a sus peculiares capacidades mentales y físicas, lograron escapar a las constricciones medioambientales que limitaban a otras especies y alterar el medio ambiente para adaptarlo a sus necesidades.

Aunque los primeros humanos sin duda vivieron más o menos en armonía con el medio ambiente, como los demás animales, su alejamiento de la vida salvaje comenzó en la prehistoria, con la primera revolución agrícola. La capacidad de controlar y usar el fuego les permitió modificar o eliminar la vegetación natural, y la domesticación y pastoreo de animales herbívoros llevó al sobrepastoreo y a la erosión del suelo. El cultivo de plantas llevó también a la destrucción de la vegetación natural para hacer hueco a las cosechas y la demanda de leña condujo a la denudación de montañas y al agotamiento de bosques enteros. Los animales salvajes se cazaban por su carne y eran destruidos en caso de ser considerados plagas o depredadores.

Mientras las poblaciones humanas siguieron siendo pequeñas y su tecnología modesta, su impacto sobre el medio ambiente fue solamente local. No obstante, al ir creciendo la población y mejorando y aumentando la tecnología, aparecieron problemas más significativos y generalizados. El rápido avance tecnológico producido tras la edad media culminó en la Revolución Industrial, que trajo consigo el descubrimiento, uso y explotación de los combustibles fósiles, así como la explotación extensiva de los

¹ "Medio ambiente", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 97* © 1993-1996 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

recursos minerales de la Tierra. Fue con la Revolución Industrial cuando el hombre empezó realmente a cambiar la faz del planeta, la naturaleza de su atmósfera y la calidad de su agua. Hoy, la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al medio ambiente está produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad de éste y en su capacidad para sustentar la vida.

Dióxido de carbono

Uno de los impactos que el uso de combustibles fósiles ha producido sobre el medio ambiente terrestre ha sido el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera. La cantidad de CO_2 atmosférico había permanecido estable, aparentemente durante siglos, en unas 260 ppm (partes por millón), pero en los últimos 100 años ha ascendido a 350 ppm. Lo significativo de este cambio es que puede provocar un aumento de la temperatura de la Tierra a través del proceso conocido como efecto invernadero. El dióxido de carbono atmosférico tiende a impedir que la radiación de onda larga escape al espacio exterior; dado que se produce más calor y puede escapar menos, la temperatura global de la Tierra aumenta.

Un calentamiento global significativo de la atmósfera tendría graves efectos sobre el medio ambiente. Aceleraría la fusión de los casquetes polares, haría subir el nivel de los mares, cambiaría el clima regional y globalmente, alteraría la vegetación natural y afectaría a las cosechas. Estos cambios, a su vez, tendrían un enorme impacto sobre la civilización humana. Desde 1850 se ha producido un aumento medio en la temperatura global de cerca de 1°C . Algunos científicos han predicho que el aumento de la concentración en la atmósfera de CO_2 y otros "gases invernadero" provocará que las temperaturas continúen subiendo. Las estimaciones van de 2 a 6°C para mediados del siglo XXI. No obstante, otros científicos que investigan los efectos y tendencias del clima rechazan las teorías del calentamiento global, atribuyendo la última subida de la temperatura a fluctuaciones normales.

Deposición ácida

Asociada también al uso de combustibles fósiles, la deposición ácida se debe a la emisión de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno por las centrales térmicas y a los escapes de los vehículos a motor. Estos productos interactúan con la luz del sol, la humedad y los oxidantes produciendo ácidos sulfúrico y nítrico, que son transportados por la circulación atmosférica y caen a tierra, arrastrados por la lluvia y la nieve en la llamada lluvia ácida, o en forma de depósitos secos, partículas y gases atmosféricos.

La lluvia ácida es un importante problema global. La acidez de algunas precipitaciones en el norte de Estados Unidos y Europa es equivalente a la del vinagre. La lluvia ácida corroe los metales, desgasta los edificios y monumentos de piedra, daña y mata la vegetación y acidifica lagos, corrientes de agua y suelos, sobre todo en las regiones poco tamponadas del noreste de Estados Unidos y el norte de Europa. En estas regiones, la acidificación lacustre ha hecho morir a poblaciones de peces. Hoy también es un problema en el sureste de Estados Unidos y en la zona central del norte de África. La lluvia ácida puede retardar también el crecimiento de los bosques; se asocia al declive de éstos a grandes altitudes tanto en Estados Unidos como en Europa.

Destrucción del ozono

En las décadas de 1970 y 1980, los científicos empezaron a descubrir que la actividad humana estaba teniendo un impacto negativo sobre la capa de ozono, una región de la atmósfera que protege al planeta de los dañinos rayos ultravioleta. Si no existiera esa capa gaseosa, que se encuentra a unos 40 km de altitud sobre el nivel del mar, la vida sería imposible sobre nuestro planeta. Los estudios mostraron que la capa de ozono estaba siendo afectada por el uso creciente de clorofluorocarbonos (CFC, compuestos de flúor), que se emplean en refrigeración, aire acondicionado, disolventes de limpieza, materiales de empaquetado y aerosoles. El cloro, un producto químico secundario de los CFC ataca al ozono, que está formado por tres átomos de oxígeno, arrebatándole uno de ellos para formar monóxido de cloro. Éste reacciona a continuación con átomos de oxígeno para formar moléculas de oxígeno, liberando moléculas de cloro que descomponen más moléculas de ozono.

Al principio se creía que la capa de ozono se estaba reduciendo de forma homogénea en todo el planeta. En 1985, no obstante, posteriores investigaciones revelaron la existencia de un gran agujero centrado sobre la Antártida; un 50% o más del ozono situado sobre este área desaparecía estacionalmente (a partir del mes de octubre). El adelgazamiento de la capa de ozono expone a la vida terrestre a un exceso de radiación ultravioleta, que puede producir cáncer de piel y cataratas, reducir la

respuesta del sistema inmunitario, interferir en el proceso de fotosíntesis de las plantas y afectar al crecimiento del fitoplancton oceánico. Debido a la creciente amenaza que representan estos peligrosos efectos sobre el medio ambiente, muchos países trabajan en el proyecto de suprimir la fabricación y uso de los CFC de aquí al año 2000. No obstante, los CFC pueden permanecer en la atmósfera durante más de 100 años, por lo que la destrucción del ozono continuará representando una amenaza durante décadas.

Hidrocarburos clorados

El uso extensivo de pesticidas sintéticos derivados de los hidrocarburos clorados en el control de plagas ha tenido efectos colaterales desastrosos para el medio ambiente. Estos pesticidas organoclorados son muy persistentes y resistentes a la degradación biológica. Muy poco solubles en agua, se adhieren a los tejidos de las plantas y se acumulan en los suelos, el sustrato del fondo de las corrientes de agua y los estanques, y la atmósfera. Una vez volatilizados, los pesticidas se distribuyen por todo el mundo, contaminando áreas silvestres a gran distancia de las regiones agrícolas, e incluso en las zonas ártica y antártica.

Aunque estos productos químicos sintéticos no existen en la naturaleza, penetran en la cadena alimentaria. Los pesticidas son ingeridos por los herbívoros o penetran directamente a través de la piel de organismos acuáticos como los peces y diversos invertebrados. El pesticida se concentra aún más al pasar de los herbívoros a los carnívoros. Alcanza elevadas concentraciones en los tejidos de los animales que ocupan los eslabones más altos de la cadena alimentaria, como el halcón peregrino, el águila calva y el quebrantahuesos. Los hidrocarburos clorados interfieren en el metabolismo del calcio de las aves, produciendo un adelgazamiento de las cáscaras de los huevos y el consiguiente fracaso reproductivo. Como resultado de ello, algunas grandes aves depredadoras y piscívoras se encuentran al borde de la extinción. Debido al peligro que los pesticidas representan para la fauna silvestre y para el hombre, y debido también a que los insectos han desarrollado resistencia a ellos, el uso de hidrocarburos halogenados como el DDT está disminuyendo con rapidez en todo el mundo occidental, aunque siguen usándose en grandes cantidades en los países en vías de desarrollo. A comienzos de la década de 1980, el EDB o dibromoetano, un pesticida halogenado, despertó también gran alarma por su naturaleza en potencia carcinógena, y fue finalmente prohibido.

Existe otro grupo de compuestos íntimamente vinculado al DDT: los bifenilos policlorados o PCB. Se han utilizado durante años en la producción industrial, y han acabado penetrando en el medio ambiente. Su impacto sobre el hombre y la vida silvestre ha sido similar al de los pesticidas. Debido a su extrema toxicidad, el uso de PCB ha quedado restringido a los aislantes de los transformadores y condensadores eléctricos.

El PCDD es el más tóxico de otro grupo relacionado de compuestos altamente tóxicos, las dioxinas o dibenzo-para-dioxinas. El grado de toxicidad para el hombre de estos compuestos carcinógenos no ha sido aún comprobado. El PCDD puede encontrarse en forma de impureza en conservantes para la madera y el papel y en herbicidas. El Agente Naranja, un defoliante muy utilizado, contiene trazas de dioxina.

Otras sustancias tóxicas

Las sustancias tóxicas son productos químicos cuya fabricación, procesamiento, distribución, uso y eliminación representan un riesgo inasumible para la salud humana y el medio ambiente. La mayoría de estas sustancias tóxicas son productos químicos sintéticos que penetran en el medio ambiente y persisten en él durante largos periodos de tiempo. En los vertederos de productos químicos se producen concentraciones significativas de sustancias tóxicas. Si éstas se filtran al suelo o al agua, pueden contaminar el suministro de agua, el aire, las cosechas y los animales domésticos, y han sido asociadas a defectos congénitos humanos, abortos y enfermedades orgánicas. A pesar de los riesgos conocidos, el problema no lleva camino de solucionarse. Recientemente, se fabricaron más de 4 millones de productos químicos sintéticos nuevos en un periodo de quince años, y se crean de 500 a 1.000 productos nuevos más al año.

Radiación

Aunque las pruebas nucleares atmosféricas han sido prohibidas por la mayoría de los países, lo que ha supuesto la eliminación de una importante fuente de lluvia radiactiva, la radiación nuclear sigue siendo un problema medioambiental. Las centrales siempre liberan pequeñas cantidades de residuos

nucleares en el agua y la atmósfera, pero el principal peligro es la posibilidad de que se produzcan accidentes nucleares, que liberan enormes cantidades de radiación al medio ambiente, como ocurrió en Chernobil, Ucrania, en 1986. De hecho, desde la desintegración de la Unión Soviética (URSS), el mundo ha tenido ocasión de comprobar que la contaminación de esa región por accidentes y residuos nucleares es mucho mayor de lo que se pensaba. Un problema más grave al que se enfrenta la industria nuclear es el almacenamiento de los residuos nucleares, que conservan su carácter tóxico de 700 a 1 millón de años. La seguridad de un almacenamiento durante periodos geológicos de tiempo es, al menos, problemática; entre tanto, los residuos radiactivos se acumulan, amenazando la integridad del medio ambiente.

Pérdida de tierras vírgenes

El número cada vez mayor de seres humanos empieza a cercar las tierras vírgenes que quedan, incluso en áreas consideradas más o menos a salvo de la explotación. La insaciable demanda de energía ha impuesto la necesidad de explotar el gas y el petróleo de las regiones árticas, poniendo en peligro el delicado equilibrio ecológico de los ecosistemas de tundra y su vida silvestre. Los bosques tropicales, sobre todo los del sureste de Asia y los de la cuenca del río Amazonas, están siendo destruidos a un ritmo alarmante para obtener madera, despejar suelo para pastos y cultivos, para plantaciones de pinos y para asentamientos humanos. En la década de 1980 se llegó a estimar que las masas forestales estaban siendo destruidas a un ritmo de 20 hectáreas por minuto. Otra estimación daba una tasa de destrucción de más 200.000 km² al año. En 1993, los datos obtenidos vía satélite permitieron determinar un ritmo de destrucción de casi 15.000 km² al año, sólo en la cuenca amazónica. Esta deforestación tropical podría llevar a la extinción de hasta 750.000 especies, lo que representaría la pérdida de toda una multiplicidad de productos: alimentos, fibras, fármacos, tintes, gomas y resinas. Además, la expansión de las tierras de cultivo y de pastoreo para ganado doméstico en África, así como el comercio ilegal de especies amenazadas y productos animales podría representar el fin de los grandes mamíferos africanos.

Erosión del suelo

La erosión del suelo se está acelerando en todos los continentes y está degradando entre la quinta y la tercera parte de las tierras de cultivo de todo el mundo, lo que representa una seria amenaza para el abastecimiento global de víveres. Por ejemplo, la erosión está minando la productividad de un 34% del total de las tierras de cultivo de Estados Unidos. En el Tercer Mundo, la creciente necesidad de alimentos y leña han tenido como resultado la deforestación y cultivo de laderas con mucha pendiente, lo que ha producido una severa erosión de las mismas. Para complicar aún más el problema, hay que tener en cuenta la pérdida de tierras de cultivo de primera calidad debido a la industria, los pantanos, la expansión de las ciudades y las carreteras. La erosión del suelo y la pérdida de las tierras de cultivo y los bosques reduce además la capacidad de conservación de la humedad de los suelos y añade sedimentos a las corrientes de agua, los lagos y los embalses.

Demanda de agua y aire

Los problemas de erosión descritos más arriba están agravando el creciente problema mundial del abastecimiento de agua. La mayoría de los problemas en este campo se dan en las regiones semiáridas y costeras del mundo. Las poblaciones humanas en expansión requieren sistemas de irrigación y agua para la industria; esto está agotando hasta tal punto los acuíferos subterráneos que empieza a penetrar en ellos agua salada a lo largo de las áreas costeras en Estados Unidos, Israel, Siria y los estados árabes del Golfo. En áreas tierra adentro, las rocas porosas y los sedimentos se compactan al perder el agua, ocasionando problemas por el progresivo hundimiento de la superficie; este fenómeno es ya un grave problema en Texas, Florida y California.

El mundo experimenta también un progresivo descenso en la calidad y disponibilidad del agua. Casi el 75% de la población rural del mundo y el 20% de su población urbana carece de acceso directo a agua no contaminada. En muchas regiones, las reservas de agua están contaminadas con tóxicos químicos y nitratos. Las enfermedades transmitidas por el agua afectan a un tercio de la humanidad y matan a 10 millones de personas al año.

Durante la década de 1980 y a comienzos de la de 1990, algunos países industrializados mejoraron la calidad de su aire reduciendo la cantidad de partículas en suspensión así como la de productos químicos tóxicos como el plomo, pero las emisiones de dióxido de azufre y de óxidos nitrosos,

precursores de la deposición ácida, aún son importantes. Existe una contaminación del aire elevada en buena parte de la Europa del este y la antigua URSS.

La Cumbre sobre la Tierra

En junio de 1992, la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, también conocida como la Cumbre sobre la Tierra, se reunió durante 12 días en las cercanías de Río de Janeiro, Brasil. Esta cumbre desarrolló y legitimó una agenda de medidas relacionadas con el cambio medioambiental, económico y político. El propósito de la conferencia era determinar qué reformas medioambientales eran necesarias emprender a largo plazo, e iniciar procesos para su implantación y supervisión internacionales. Se celebraron convenciones para discutir y aprobar documentos sobre medio ambiente. Los principales temas abordados en estas convenciones incluían el cambio climático, la biodiversidad, la protección forestal, la Agenda 21 (un proyecto de desarrollo medioambiental de 900 páginas) y la Declaración de Río (un documento de seis páginas que demandaba la integración de medio ambiente y desarrollo económico). La cumbre sobre la Tierra fue un acontecimiento histórico de gran significado. No sólo hizo del medio ambiente una prioridad a nivel mundial, sino que a ella asistieron delegados de 178 países, lo que la convierte en la mayor conferencia jamás celebrada.

Perspectivas

Las perspectivas de futuro, en lo que al medio ambiente se refiere son poco claras. A pesar de los cambios económicos y políticos, el interés y la preocupación por el medio ambiente aún es importante. La calidad del aire ha mejorado, pero aún están pendientes de solución y requieren una acción coordinada, los problemas de la deposición ácida, los clorofluorocarbonos, la pérdida de ozono y la enorme contaminación atmosférica del este de Europa. Mientras no disminuya la deposición ácida, la pérdida de vida continuará en los lagos y corrientes del norte, y puede verse afectado el crecimiento de los bosques. La contaminación del agua seguirá siendo un problema mientras el crecimiento demográfico continúe incrementando la presión sobre el medio ambiente. La infiltración de residuos tóxicos en los acuíferos subterráneos y la intrusión de agua salada en los acuíferos costeros de agua dulce no se ha interrumpido.

El agotamiento de los acuíferos en muchas partes del mundo y la creciente demanda de agua producirá conflictos entre el uso agrícola, industrial y doméstico de ésta. La escasez impondrá restricciones en el uso del agua y aumentará el coste de su consumo. El agua podría convertirse en la crisis energética de comienzos del siglo XXI. La contaminación de las aguas costeras y dulces, junto con la sobreexplotación, ha mermado hasta tal punto los recursos de los caladeros piscícolas que sería necesario suprimir la pesca durante un periodo de cinco a diez años para que las especies se recuperaran. Si no se desarrollan esfuerzos coordinados para salvar hábitats y reducir el furtivismo y el tráfico internacional ilegal de especies salvajes, muchas de ellas se extinguirán. A pesar de nuestros conocimientos sobre cómo reducir la erosión del suelo, éste continúa siendo un problema de alcance mundial. Esto se debe, en gran medida a que muchos agrónomos y urbanistas muestran un escaso interés por controlarla. Por último, la destrucción de tierras vírgenes, tanto en las regiones templadas como en las tropicales, puede producir una extinción masiva de formas de vida vegetales y animales.

Para reducir la degradación medioambiental y salvar el hábitat de la humanidad, las sociedades deben reconocer que el medio ambiente es finito. Los especialistas creen que, al ir creciendo las poblaciones y sus demandas, la idea del crecimiento continuado debe abrir paso a un uso más racional del medio ambiente, pero que esto sólo puede lograrse con un espectacular cambio de actitud por parte de la especie humana. El impacto de la especie humana sobre el medio ambiente ha sido comparado con las grandes catástrofes del pasado geológico de la Tierra; independientemente de la actitud de la sociedad respecto al crecimiento continuo, la humanidad debe reconocer que atacar el medio ambiente pone en peligro la supervivencia de su propia especie.

Conservación²

Es el uso sostenible de los recursos naturales como el suelo, el agua, las plantas, los animales y los minerales. Los recursos naturales de un área cualquiera son su capital básico, y el mal uso de los mismos constituye una pérdida económica. Desde el punto de vista estético, la conservación incluye también el mantenimiento de las reservas naturales, los lugares históricos y la fauna autóctona.

Hay dos grandes tipos de recursos naturales: los renovables y los no renovables. Los recursos renovables incluyen la fauna y flora naturales de cualquier tipo. El propio suelo puede considerarse un recurso renovable, aunque cuando está muy dañado es difícil de recuperar debido a la lentitud de su proceso de formación. El drenaje natural de una cuenca hidrológica puede perdurar indefinidamente por medio de una gestión cuidadosa de su vegetación y sus suelos, y es posible controlar la calidad del agua y su grado de contaminación. Véase Contaminación atmosférica; Medio ambiente; Recuperación; Depuración; Contaminación del agua.

Los recursos no renovables son los que no pueden reponerse o que sólo pueden reponerse a lo largo de periodos de tiempo extremadamente largos. Estos recursos incluyen los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y las menas metálicas y de otros tipos.

Historia

Aunque la conservación de los recursos naturales era considerada deseable por muchos pueblos desde la más remota antigüedad, a menudo se han obviado, con resultados desastrosos, los principios básicos de una explotación racional de la tierra. Debido a la destrucción de los bosques y pastos que protegían las cuencas hidrográficas del norte de China y del Tigris-Éufrates, en Asia, se produjeron grandes pérdidas, como por ejemplo la sedimentación de ríos y la inundación de tierras bajas. Grandes extensiones del norte de África y Oriente medio quedaron yermas tras siglos de pastoreo incontrolado, cultivo imprudente y tala excesiva de plantas leñosas para obtener leña. En la mayoría de las regiones más recientemente desarrolladas del mundo se han producido daños similares, a veces por la introducción imprudente de especies en medios ambientes nuevos. La creciente industrialización de las naciones del globo sigue planteando graves problemas de conservación, aunque empiezan a producirse esfuerzos de coordinación internacional en ciertas áreas, como la protección de algunas especies amenazadas.

Conservación de los bosques

La conservación de los árboles que componen los bosques descansa sobre tres principios fundamentales. El primero es la protección del árbol en crecimiento contra el fuego, los insectos y las enfermedades. El fuego, considerado un destructor de los bosques, es también, una herramienta útil para su mantenimiento, si se emplea con precaución. Algunos árboles madereros necesitan de hecho el fuego para regenerarse con éxito. Los insectos, como la lagarta peluda, las moscas de sierra y la procesionaria del pino, y las enfermedades siguen ocasionando grandes pérdidas. No obstante, las medidas de control biológico, las ocasionales fumigaciones aéreas, los ciclos de tala adecuados y el desbrozado resultan cada vez más eficaces. El segundo principio está relacionado con los métodos de cosecha, que van desde la tala de todos los árboles (tala integral) hasta la tala de árboles maduros previamente seleccionados (tala selectiva), y con la reforestación, bien por medios naturales o por plantación de árboles nuevos. La intensidad y frecuencia de las talas debe tener como objetivo la producción sostenida durante un periodo de tiempo indefinido. El tercer principio de la conservación es el uso integral de todos los árboles abatidos. Los avances tecnológicos, como el aglomerado y el laminado, han dado uso a las ramas, los troncos defectuosos, los árboles pequeños que no pueden serrarse en tablones, y los llamados árboles inferiores. Véase Bosque; Incendios forestales; Silvicultura.

² "Conservación", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 97* © 1993-1996 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Conservación de los pastizales

Uno de los principios de la conservación de las tierras de pastos es usar sólo parte (más o menos la mitad) de la producción anual de plantas forrajeras para favorecer el crecimiento y reproducción de plantas sanas. Además, a cada prado se le asigna el número de animales que pueden sustentarse adecuadamente en él y a estos sólo se les permite pastar durante la estación apropiada para el tipo de pastizal en cuestión. La conservación de los pastizales se basa en un programa de pastoreo diseñado para mantener la productividad indefinidamente y mejorar las zonas agotadas, ya sea por recuperación natural o por siembra de una especie forrajera apropiada. Aunque estos principios están sólidamente establecidos, cientos de miles de hectáreas de pastos públicos siguen siendo sobreexplotadas.

Conservación de la fauna

Uno de los principios básicos de la conservación de la fauna es la disponibilidad de alimento natural y abrigo para las poblaciones de cada una de las especies de un hábitat dado. Dos importantes amenazas a las que se enfrenta la vida silvestre es la destrucción de hábitats, debida al drenaje de los mismos, a la agricultura y a la expansión urbana, y la fragmentación de hábitats en parcelas demasiado pequeñas para que puedan mantener las poblaciones autóctonas de animales. El tráfico ilegal de plumas, cuernos, marfil y órganos ha puesto a muchas especies al borde de la extinción. La fauna salvaje es un importante recurso biológico, económico y recreativo que puede preservarse por medio de una gestión cuidadosa. El reglamento de caza permite abatir a muchas especies sin que ello afecte a sus niveles de población, e incluso pueden contribuir al control de especies que se han vuelto demasiado abundantes en la región que habitan. Véase Especies amenazadas.

Conservación del suelo

Entre las medidas básicas, actualmente en uso, para la conservación del suelo se encuentra la división de los suelos en categorías de capacidad. En este sistema los suelos más llanos y estables se asignan a los cultivos anuales, y otras áreas a las plantas perennes, como las herbáceas y las leguminosas, al pastoreo o la explotación forestal. Otro método de conservación consiste en incorporar plantas regeneradoras del suelo en la rotación de cultivos. Estas plantas fijan y protegen el suelo durante la fase de crecimiento y, al ser enterradas con el arado, le aportan materia orgánica. Los métodos de cultivo que dejan una cubierta de restos sobre el suelo representan un importante avance en la explotación de éste. En muchas áreas estas técnicas han suplantado el uso del arado de reja, asociado a la práctica del llamado cultivo limpio, que dejaba la superficie del suelo expuesta a todas las fuerzas erosivas naturales. Los métodos especiales para el control de la erosión incluyen el cultivo de contorno, en el que los cultivos siguen los contornos de las pendientes, y se construyen diques y terrazas para minimizar las escorrentías. Otro método de conservación del suelo es el cultivo en franjas, es decir, en bandas alternas de cultivos y tierra en barbecho. Este método es eficaz en el control de la erosión eólica en suelos semiáridos que han de quedar periódicamente en barbecho para ser productivos. Además, el mantenimiento de la fertilidad del suelo a menudo implica el empleo de fertilizantes inorgánicos (químicos). Véase Erosión; Suelo; Acondicionamiento del suelo.

Conservación de las cuencas hidrológicas

Estudios recientes indican que la presencia de una vegetación extremadamente densa no es la condición más satisfactoria para obtener un rendimiento hidrológico óptimo. Se ha obtenido una cantidad de agua de alta calidad mayor en algunas regiones de bosque alpino aclarando los bosques naturales sin que esto haya supuesto un aumento de la erosión del suelo o del riesgo de inundaciones. Una cubierta forestal o arbustiva que contenga multitud de pequeñas aberturas es más eficaz para la captación de agua que una cubierta densa y continua, que intercepta buena parte de la nieve y la lluvia y hace que la humedad se pierda por evaporación. En la conservación de las cuencas hidrológicas tiene enorme importancia preservar los humedales. Estos actúan como sistemas de filtración que estabilizan las capas freáticas embalsando la lluvia y liberando el agua lentamente, y también como depósitos naturales para el control de las inundaciones.

Especies amenazadas³

Especies de plantas y animales en peligro de desaparición en un futuro inmediato. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN) se consideran siete categorías de estado de conservación de las especies, y que hoy constituyen un patrón internacional: (Ex) extinguida, (E) en peligro, (V) vulnerable, (R) rara, (I) indeterminada, (K) insuficientemente conocida y (NA) no amenazada.

En España, la ley de la conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres (promulgada en 1989) establece que el reconocimiento de especies amenazadas, tanto animales como vegetales, cuya protección requiera medidas de protección, se realizará mediante su inclusión en un catálogo, el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, donde se recogen las especies y subespecies en "peligro de extinción" y las de "interés especial".

La extinción es en realidad un proceso normal en el curso de la evolución. A lo largo de todo el tiempo geológico, el número de especies que se han extinguido es mayor que el de las que existen en la actualidad. Su lenta desaparición fue consecuencia de cambios climáticos y de la incapacidad para adaptarse a situaciones como la competitividad y depredación. Sin embargo, desde el siglo XVII, este proceso se ha acelerado debido al impacto sobre los ecosistemas naturales de la explosión demográfica y de los avances tecnológicos. Hoy en día, los cambios que sufre el medio ambiente son más rápidos que la capacidad de la mayoría de las especies para adaptarse a ellos mediante selección natural. Algunas especies catalogadas como en "peligro de extinción" en la península Ibérica son: quebrantahuesos, águila imperial ibérica, malvasía, lagarto gigante del Hierro, lince ibérico, foca monje, oso pardo, bucardo y varias especies de plantas de diversos géneros.

Causas

Las especies se extinguen o se ven amenazadas por diversas razones, aunque la causa primera es la destrucción del hábitat. El drenaje de zonas húmedas, la conversión de áreas de matorrales en tierras de pasto, la tala de los bosques (especialmente en los trópicos, donde los bosques tropicales desaparecerán hacia el año 2000 si se mantiene el ritmo de destrucción actual), la urbanización y la suburbanización, y la construcción de carreteras y presas, han reducido notablemente los hábitats disponibles. Al producirse la fragmentación de los hábitats en 'islas', la población animal se agrupa en áreas más pequeñas, lo que supone una destrucción mayor del hábitat. En éstas, las especies pierden el contacto con otras poblaciones del mismo tipo, lo que limita su diversidad genética y reduce su capacidad de adaptación a las variaciones del medio ambiente. Estas poblaciones pequeñas son muy vulnerables a la extinción, y para algunas especies estos hábitats fragmentados son demasiado reducidos para que una población sea viable.

Desde el siglo XVII la causa de que muchas especies se hayan extinguido o estén amenazadas ha sido la explotación de animales para la alimentación y elaboración de otros productos. Por ejemplo, la aniquilación de ballenas de gran tamaño para obtener aceite y carne las ha conducido al borde de la extinción; los rinocerontes africanos, sacrificados para obtener sus cuernos, también están amenazados. El gran alce gigante se extinguió en el siglo XIX a consecuencia de una caza excesiva, y el periquito de Carolina desapareció como especie debido tanto a su caza como a la destrucción de su hábitat.

La introducción de enfermedades, parásitos y depredadores frente a los que la flora y la fauna nativa carecen de defensas ha provocado el exterminio o reducción importante de algunas especies. Por ejemplo, la propagación accidental de una plaga eliminó los castaños de los bosques caducifolios de Norteamérica. También el control de los depredadores e insectos tiene efectos adversos. El control excesivo de los perros de las praderas ha extinguido casi por completo a uno de sus depredadores naturales, el hurón de pies negros.

La contaminación es otra causa importante de extinción. Los productos químicos tóxicos, sobre todo los hidrocarburos clorados como el dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) y los policlorados bifenilos (PCB), se han concentrado en las cadenas tróficas, afectando más a aquellas especies situadas al final de la

³ "Especies amenazadas", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 97* © 1993-1996 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

cadena. Así, tanto el DDT como los PCB interfieren con el metabolismo del calcio de los pájaros lo que origina el reblandecimiento de las cáscaras de los huevos y malformaciones en las crías. La contaminación y el aumento de la temperatura del agua han provocado la desaparición de especies endémicas de peces de varios hábitats.

Esfuerzos dirigidos a la conservación de las especies

Se han efectuado algunos esfuerzos privados y gubernamentales dirigidos a salvar especies en vía de extinción. Una propuesta inmediata es la protección de especies a través de la legislación. Además, son importantes los esfuerzos que se realizan a través de los convenios internacionales, de las publicaciones de "listas rojas" o catálogos de las especies amenazadas, de diferentes proyectos como ARTEMIS (creación de un banco de semillas para plantas en peligro), ZEPAS (Zonas de Especial Protección para las Aves); así como los acuerdos que se obtienen en los diferentes congresos y cumbres, tanto a nivel internacional como nacional.

Los esfuerzos internacionales se concretan en el Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Salvaje, ratificado por 51 países. Su propósito es reducir la explotación de éstas mediante la regulación y restricción de su comercio. Sin embargo, en algunos países la eficacia de estas leyes depende de la aplicación y apoyo que reciben de la población y de los tribunales. Debido a que su aplicación no es totalmente estricta, a la negligencia de algunos segmentos de la sociedad que consienten el comercio con especies amenazadas, y a que las actividades de cazadores furtivos y traficantes sin escrúpulos facilitan este comercio, el futuro de muchas especies, a pesar de su protección legal, es incierto.

Los esfuerzos dirigidos a la conservación de especies también incluyen la repoblación de la naturaleza con animales en edad de procrear, bien para restablecer su número (como en el caso del halcón peregrino) o para aumentar la población natural (como en el caso de la grulla cantora). Gracias a la reproducción en cautividad, por ejemplo, el número de ejemplares de cóndor de California se ha elevado de 27 en 1987 a unos 52 en 1992. Otro proyecto implica la determinación de los hábitats críticos que se deben conservar para las especies amenazadas. Su protección puede llevarse a cabo mediante el establecimiento de reservas, aunque su valor está limitado por el efecto isla. Las objeciones planteadas por algunos grupos especialmente interesados hacen que la conservación de zonas para las especies amenazadas sea también difícil.

Silvicultura⁴

Cuidado de los bosques orientado a obtener el máximo rendimiento sostenido de sus recursos y beneficios. Aunque en principio la silvicultura se centraba en la producción maderera, ahora comprende también el mantenimiento de pastos para ganado local, la conservación de hábitats naturales, la protección de cuencas hidrográficas y el desarrollo de zonas recreativas. Por tanto, la explotación de los bosques ayuda a utilizar las zonas arboladas con el fin de obtener de ellas el máximo beneficio acorde con su naturaleza.

Historia

En Roma, Oriente Próximo, China y Europa occidental se ha intentado en muchas ocasiones, en ciertos casos ya bastante antes del siglo XIX, regular la explotación de los bosques. Las guerras y la inestabilidad política desbarataron estos esfuerzos, y el uso destructivo de los bosques fue la pauta común en los países con mayor densidad de población. Así, muchos colonos, cuando se asentaban en un territorio, consideraban los bosques como un obstáculo para el cultivo, y trataban de acabar con ellos lo antes posible. Esta actitud favorecía una explotación maderera que puede describirse como "talar y marcharse", que persistió hasta bien entrado el siglo XX.

⁴ "Silvicultura", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 97* © 1993-1996 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Hacia 1825 se fundaron en Francia y Alemania escuelas privadas dedicadas al estudio técnico de la silvicultura; con el tiempo, estas primeras instituciones serían reemplazadas por otras de carácter público. Hasta la II Guerra Mundial, Europa occidental dominó la silvicultura científica en todo el mundo desde sus prestigiosas escuelas e institutos.

Aspectos prácticos

El cuidado de los bosques comprende especialidades como dendrología, silvicultura, protección de bosques, cálculo, ingeniería, beneficio y explotación. La dendrología se centra en el estudio de los árboles: identificación, distribución, determinación de la edad, características de cada especie. La silvicultura estudia la relación del bosque con el medio ambiente y el desarrollo, cuidado y reproducción de los árboles de madera. La protección de bosques estudia posibles influencias nocivas, como enfermedades, erosión, destrucción por insectos y otros animales e incendios. El cálculo de bosques tiene por objeto determinar la tasa de crecimiento y el rendimiento potencial maderero de los rodales de bosque. La ingeniería se interesa por las técnicas de corte y transporte propias de las modernas explotaciones madereras. El beneficio de bosques se ocupa de estudiar las propiedades de los árboles desde el punto de vista de la obtención de madera y productos madereros. La explotación forestal comprende los métodos comerciales y los principios técnicos que rigen el aprovechamiento general de los bosques.

La práctica de la silvicultura técnica abarca numerosas operaciones distintas, desde la plantación de árboles hasta su recolección. Un aspecto central del aprovechamiento del monte es la tala y la regeneración. A este efecto se han ideado cuatro métodos básicos: cortas a matarrasa, cortas aclaradoras, entresacado y monte alto. Se llama corta a matarrasa a la tala de todos los árboles de una parcela; la regeneración se hace plantando ejemplares jóvenes o a partir de las semillas procedentes de la masa forestal que bordea la parcela talada. Este método, apropiado para especies que necesitan luz abundante, produce pies de igual edad, facilita el control de la composición de los rodales y se presta a la mecanización de la corta y la recogida de la leña y otros restos. La corta aclaradora da lugar a un bosque de edades mezcladas o ajardinado, en el que se abaten periódicamente los ejemplares más longevos. Es una técnica más cara, y durante el derribo de los árboles grandes pueden resultar dañados los más pequeños, pero a cambio mantiene siempre la cobertura vegetal y da lugar a un bosque atractivo; se basa en prácticas más acertadas desde el punto de vista ecológico. El entresacado o resalveo es un método de tala que deja alrededor de un 10 % de los árboles del rodal talado, seleccionados de modo que formen una distribución regular, para que sirvan como fuente natural de semillas. Se llama explotación en monte alto a la tala de los árboles maduros en ciclos de 10 a 15 años; favorece la reproducción natural y da lugar a pies de edad bastante uniforme.

Hay otras prácticas que favorecen el desarrollo de la silvicultura comercial: la repoblación artificial con plantones, en especial cuando se combina con la tala a matarrasa, la aplicación de fertilizantes para aumentar la producción, y la selección de especies madereras que destacan por crecimiento, resistencia a las enfermedades u otras características deseables. Estas medidas son propias de la silvicultura intensiva, cuyo objeto es alcanzar la máxima producción mediante la aplicación del conocimiento técnico y la mecanización.

Recuperación⁵

Término aplicado a la utilización y mejora de los suelos y los recursos hídricos, con fines agrícolas o no, por medio de la irrigación, el drenaje de marismas, la restauración de minas a cielo descubierto, y otras actividades de construcción.

También es posible recuperar áreas costeras allá donde existen marismas o aguas poco profundas frente a la costa. La construcción de diques, seguida del drenaje artificial de la tierra comprendida entre

⁵ "Recuperación", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 97* © 1993-1996 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

éstos y la costa se ha utilizado en muchos países para recuperar tierras para su uso agrícola. El proyecto de mayor éxito de este tipo fue el abordado a lo largo del Zuider Zee en los Países Bajos. Dado que la tierra recuperada de este modo contiene mucha sal, hay que lavar su superficie con agua dulce para que ésta la arrastre.

La recuperación de las minas a cielo abierto ha recibido mucha atención desde la década de 1970. Pennsylvania, Ohio, Indiana, Virginia occidental, y Wyoming han dictado leyes que exigen la restauración y replantación del paisaje una vez abandonada una explotación minera. El mayor proyecto de recuperación de este tipo en el mundo ha sido parcialmente finalizado en la región de Erft, al oeste del Rin, en Alemania. En Wyoming, Estados Unidos, se han recuperado con éxito minas a cielo abierto.

Los proyectos de recuperación tienen efectos potencialmente negativos sobre el medio ambiente. La aplicación de fertilizantes y otros productos químicos en las zonas de regadío incrementa el contenido en sales del suelo y del agua que regresa a la fuente de irrigación, por ejemplo, un río. Si el agua de un río se usa extensivamente para la irrigación, su contenido en sales aumentará corriente abajo. En 1970 la salinización del río Colorado había alcanzado un nivel inaceptable. Para mitigar el problema, el Buró de Recuperación ha desarrollado proyectos, bajo el Programa de Salinidad del río Colorado, para reducir la carga salina total de la cuenca del río a razón de 1 millón de toneladas al año hasta el año 2010. El componente más impresionante del programa es la mayor planta desalinizadora del mundo, que puede procesar 338 millones de litros de agua al día. El funcionamiento comercial a pleno rendimiento de la central, construida en Yuma, Arizona, comenzó en enero de 1992.

Bases conceptuales sobre Ambiente y Desarrollo⁶

1. CONCEPCIÓN HOLÍSTA DEL AMBIENTE Y DE SU DINÁMICA

El conocimiento y comprensión de la situación ambiental presente y su impacto en la vida de una población, parte de tener claridad en la concepción del Ambiente y de las interrelaciones que en él se pueden dar, en medio de las cuales está el ser humano, como agente dinámico de cambio.

En nuestros días, una concepción general del ambiente asume, por un lado, la naturaleza dinámica en las interrelaciones entre elementos naturales y elementos sociales y; por otro, desde un punto de vista holístico e integrador, que el individuo humano y sus diferentes niveles de organización social, con sus necesidades y potencialidades creativas (y destructivas), es parte indisoluble de esa red de interacciones, en cuanto ser biológico y en tanto ente social creador de cultura. Esta concepción afina más la definición de ambiente, cuando delimita tiempo y lugar para el análisis de esas relaciones dinámicas.

En síntesis, el término Ambiente implica una concepción antrópica dinámica, referida a un sistema adaptativo complejo (SAC), cuyos componentes básicos son una POBLACIÓN HUMANA con sus elementos sociales (además de las personas y sus diferentes maneras de organización, todo lo producido por el ser humano: cultura, ciencia, tecnología, etc.), un ENTORNO GEOGRÁFICO, con elementos naturales (todo lo que existe en la naturaleza, viviente y no viviente, mucho de lo cual se identifica como recursos naturales); y, una gama infinita de INTERACCIONES entre ambos elementos. El concepto se completa con la consideración de un ESPACIO y un TIEMPO determinados, en los cuales se dan y se manifiestan las causas y los efectos de esas interacciones.

Es importante anotar que, en esta concepción, la especie humana es a la vez COMPONENTE NATURAL, puesto que está constituida por seres biológicos, de existencia finita; y COMPONENTE SOCIAL, en tanto es creadora de cultura en su más amplia acepción. Por esta razón, el ser humano no puede sustraerse al concepto holístico y dinámico de ambiente y, en consecuencia, es parte consustancial de él.

Esta posición conceptual hace que la definición de ambiente tenga un sesgo antropocéntrico que, no obstante, no hace del ser humano el elemento más importante en el sistema de interrelaciones, pero que, sin embargo, si no actúa racionalmente puede resultar el más perjudicado. En realidad la concepción

⁶ Tomado de César A. Quiroz Peralta, **Ciencias Biológicas y Ambientales. Tópicos selectos**. Fascículo de circulación restringida para profesores del Ciclo Inicial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. 1998.

de ambiente es una construcción intelectual puramente humana. Podemos afirmar que sólo hay ambiente donde hay seres humanos⁷.

De lo anterior se desprende que **Ambiente** es más un concepto dinámico referido a una multiplicidad de situaciones tangibles, cuyos componentes -natural y social-, vistos como partes de un **sistema adaptativo complejo** (SAC), están en continua y muy intensa interrelación, lo que produce una infinita variedad de condiciones que facilitan o dificultan el desarrollo de la vida. En otras palabras, el elemento esencial del concepto es EL DINAMISMO DE LAS INTERRELACIONES entre los diferentes componentes del sistema, antes que ellos mismos.

El énfasis central del concepto es el **enfoque sistémico**⁸, en el que se consideran prioritariamente las interrelaciones, antes que el análisis aislado de sus componentes o resultados de la interacción de éstos. Los tres elementos citados están siempre en una muy **dinámica interrelación**, de la cual surge una multiplicidad de condiciones, algunas benéficas y otras no tanto, que pueden llegar incluso a ser destructivas para los elementos naturales del ambiente, y para el ser humano. La situación ambiental, también tiene como características, un **espacio geográfico** y un **tiempo definido**, en cuyo contexto es posible analizar y definir la situación ambiental que nos interese, a través de los efectos de las interacciones antes aludidas.

2. EVOLUCIÓN Y ESTRUCTURA DEL CONCEPTO «AMBIENTE»

La acepción del término ambiente⁹ ha variado (y aun varía), tanto en ámbito comprensivo como en contenido interpretativo, en función del momento histórico y de los intereses políticos, sociales, económicos y de estrategias de supervivencia de los pueblos. Así, en algún momento en el pasado, el ambiente se tradujo en apenas la posibilidad de disfrutar de apacible paz bucólica, tras el afanoso transcurrir de días citadinos o, la semiconsciencia del entorno y su presumible efecto sobre la vida y comportamiento de las personas. Más aún, el área concebida como ambiente, se refería al campo; esto es, a espacios «naturales» fuera de la ciudad.

Hace poco menos de tres décadas, sin embargo, empieza a hacerse conciencia plena de las relaciones de interdependencia entre las poblaciones humanas y los recursos o bienes que ofrece la naturaleza para garantizar la supervivencia de la especie humana y de otras formas de vida. En ese momento, el énfasis conceptual y pragmático del ambiente se centra en la necesidad de regular el uso de los llamados **recursos naturales**¹⁰, cuyo agotamiento parece inminente, poniendo en riesgo la existencia de una variedad grande de organismos vivientes y amenazando la propia existencia de la especie humana¹¹.

⁷ Más adelante, en el capítulo de ecología, se verá que en ausencia humana, los demás seres vivientes tienen un «medio» en el cual viven y desarrollan su actividad, bajo «normas ecológicas» que aseguran el equilibrio en la naturaleza.

⁸ Von Berthalanffy, con adecuaciones ulteriores introducidas por Victor Afanasiev, ha definido el concepto de sistema como «un conjunto de elementos interactuantes, cuya interacción produce cualidades integradoras nuevas no inherentes a los elementos constitutivos originales». Precisamente, el surgimiento de estas nuevas cualidades integradoras, fruto de la interrelación de sus componentes, expresa la permanente variación y la compleja diversidad de las manifestaciones ambientales.

⁹ La expresión "medio ambiente", hoy tan generalizada, es una redundancia gramatical, pues ambos términos, medio y ambiente, son sinónimos y así se toman a menudo en el discurso tanto científico como cotidiano. Por otro lado, el término **ambiente** es, frecuentemente, utilizado con dos connotaciones muy diferentes: una estática, restringida y limitante, que se refiere "al entorno", material, tangible, mensurable -"el espacio que nos rodea"- y es excluyente con respecto al individuo humano; y otra, dinámica, más amplia y comprensiva que incluye al individuo humano en el juego de las interacciones sociedad-naturaleza, y que es evidenciable solamente por sus manifestaciones sobre la calidad de la vida. Este autor prefiere utilizar el término **ambiente** en su acepción más comprensiva y sus derivados adjetivados y adverbiales, donde sea necesario.

¹⁰ Los recursos naturales "clásicos" son el aire atmosférico, el agua, el suelo agrícola, los minerales del subsuelo y la biodiversidad, cuya interdependencia se explica con y constituye la base del concepto «**trama o telaraña de la vida**».

¹¹ A mediados del siglo pasado, el economista inglés Thomas Malthus, llamó ya la atención respecto de la crítica relación entre la demanda de alimentos por una población que crece en proporción geométrica y la producción de alimentos, que crece en proporción aritmética; con lo cual, si no se adoptaban medidas apropiadas, el hambre, llevado hasta la inanición, podría causar la muerte de grandes grupos humanos al comenzar el siglo XX. Esto no ha ocurrido aún, aunque en algunos lugares del Mundo, la situación es asintóticamente cercana a esa predicción matemática. El Neomalthusianismo actual se basa, en parte, en esta misma presunción respecto del futuro de la humanidad.

Dinámica ambiental

En el marco de esa concepción, resaltan dos factores y sus interrelaciones, como fundamentales del desarrollo humano. Ellos son la dinámica ambiental y la dinámica poblacional. En efecto, el impacto de esas interrelaciones sobre el desarrollo humano es una resultante, primero, del comportamiento intrínseco de su dinámica y, segundo, de la mutua afectación entre ambos factores.

La dinámica ambiental, con su variedad de elementos e interacciones, se convierte en fuente de recursos tanto naturales como sociales, los cuales, convenientemente utilizados, pueden asegurar un desarrollo sustentable que se materialice en una mejor calidad de vida para todos los sectores sociales de la población de cualquier país.

Los principales factores que determinan la dinámica ambiental, se pueden reunir en dos grandes grupos.

Uno lo constituyen aquellos factores que, en general, identifican a lo que comúnmente llamamos "naturaleza"; son los factores físicos (abióticos) y bióticos o componente natural del ambiente. Ese componente se caracteriza por el **conjunto de seres y fenómenos naturales**, constituido por todas las formas de organismos vivientes (diversidad biológica¹²): protistas, vegetales y animales, incluida la especie humana; y, las diferentes formas de manifestación de la materia no viviente, como el aire, el agua, el suelo, las rocas, los minerales. Hay que incluir allí, también, las diversas formas de manifestación de la energía: luz, calor, electricidad, energía atómica, hidráulica, etcétera.

En el gráfico, el otro conjunto de factores que caracterizan al ambiente se agrupan bajo la denominación de factores sociales o culturales; esto es, la componente social en la concepción dinámica de ambiente. Naturalmente, con ello nos referimos a la especie humana y al producto de su creatividad y acción.

Esas características humanas se traducen, en una multifacética gama de manifestaciones culturales como historia, lengua, tradiciones, costumbres y folclore. Asociada a ellas, están la educación y la comunicación, procesos que se originan con la aparición de la especie humana en la tierra. El desarrollo cultural, como queda dicho, incluye también un cuerpo de conocimiento en ciencia y tecnología.

Naturalmente, ni el gráfico ni este texto, agotan todas las posibles formas de manifestación cultural de los pueblos; sin embargo, muchas de ellas quedan implícitas en las que se han señalado, como la física, la medicina o el chamanismo, comprendidas respectivamente en la ciencia, la tecnología o las costumbres y creencias ancestrales. Así pues, la dinámica ambiental hay que entenderla como una infinita variedad de relaciones, entre una diversidad de factores, analizadas y evaluadas en el marco de una concepción sistémica y holista de ambiente.

En el mundo natural sin presencia humana, los ecólogos han encontrado que el tamaño de las poblaciones y el volumen de los recursos disponibles se regulan mutuamente en una interacción cíclica que conduce a un equilibrio dinámico, en el cual los excesos o disminuciones en el tamaño o volumen, se constituyen en factores dinámicos de regulación recíproca del comportamiento de ambos actores del desarrollo, con lo que se logra un nivel apropiado de calidad de vida más o menos sostenible en el tiempo.

Cuando entra en juego la especie humana, con ella entran en acción otros elementos resultantes del crecimiento intelectual de esta especie. Nos referimos en particular a la ciencia y la tecnología y a los patrones culturales y estilos de vida adoptados por los diferentes grupos humanos.

Esos factores se relacionan entre sí a través de un concepto importante en esta línea de pensamiento: el ecumenismo. Este concepto asocia al individuo humano, en una relación de estrecha

¹² «La diversidad biológica no se limita al mundo de las plantas y los animales; incluye también la diversidad cultural humana. La diversidad de culturas se manifiesta en las diferentes lenguas, religiones, arte, música, tipos de manejo de la tierra, estructuras sociales, dieta y selección de cultivos de la gente, entre otras cosas». (WRI. Global Biodiversity Strategy, 1992. citado en Parques y Progreso. UICN/BID. 1993)

interdependencia, con la tierra en que vive y mora. Esta asociación tiene una influencia mutua en las respectivas dinámicas, ambiental y poblacional humana.

El conjunto social humano, con sus múltiples acciones, afecta -positiva o negativamente- las características edáficas y climáticas del entorno natural y éstas, a su vez, afectan al individuo y al grupo social humano, moldeando su carácter y comportamiento y comunicándole una identidad hombre-tierra. Así, esta unión materializa el concepto de **ecumene**; es decir, el de «espacio de tierra habitada y cultivada, en estrecha interacción con la población humana que la habita».

3. HECHOS AMBIENTALES vs FENÓMENOS NATURALES

a. Los hechos ambientales

Las sociedades humanas, como individuos y como grupos organizados, para asegurar su desarrollo y supervivencia en el tiempo, tienden a utilizar todo lo que encuentran en su entorno, produciendo alguna forma de impacto sobre él. Ese impacto, cualquiera que sea, provoca siempre una respuesta; la naturaleza responde a toda acción humana de alguna manera, hay muchas formas de respuesta.

Cuando el ser humano, por ejemplo, rompe la tierra con un arado para poner semillas, una respuesta de la naturaleza puede ser, si el terreno es fértil, darle la posibilidad de tener una cosecha. Si no tiene condiciones apropiadas, entonces la cosecha estará perdida. O, aún más, puede responder con erosión y empobrecimiento del suelo agrícola y aun desgracias mayores, especialmente por acción de la lluvia, si el trabajo humano no ha sido realizado atendiendo las leyes de la Naturaleza.

Pero al mismo tiempo, la naturaleza tiene formas de presión que afectan las organizaciones sociales, la sociedad en general. Por ejemplo, los climas difíciles y las tierras marginales, poco productivas, presionan a la gente para que dejen el lugar, originando sociedades migrantes, nómades o trashumantes, de residencia estacionaria o temporal, porque la naturaleza no ofrece los recursos necesarios para satisfacer sus necesidades permanentemente; o, éstos se encuentran en cantidades muy reducidas. Entonces, los grupos comunitarios, clanes o tribus permanecen en el lugar en tanto los recursos del espacio geográfico les permitan satisfacer sus necesidades vitales, pero cuando esas posibilidades se extinguen, ellos emigran en busca de otros espacios más propicios.

Las condiciones ambientales naturales, por otro lado, han presionado a la gente a utilizar su imaginación, dando paso a la creación de la ciencia y la tecnología. Esta característica, que ha evolucionado junto con la humanidad, ha permitido que muchos pueblos que de otro modo habrían sido migrantes, sean ahora sedentarios, al haber aprendido a controlar y manejar algunos elementos e interacciones en la naturaleza.

Esa continua y recíproca presión de la sociedad sobre la naturaleza y de la naturaleza sobre la sociedad¹³, produce una variada gama de interrelaciones que permiten y aseguran la supervivencia de la especie humana, pero a condición de garantizar, también, la supervivencia de todas las otras formas de vida y su sustento en el planeta.

Como se ve, las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, están signadas por una variada gama de impactos¹⁴ mutuos. Se producen impactos de la sociedad sobre la naturaleza y de la naturaleza sobre la sociedad. Esos impactos y sus consecuencias, constituyen lo que aquí llamaremos **hechos ambientales**. Toda situación en la cual hay intervención de la sociedad, o de los seres humanos sobre la naturaleza o de ésta en respuesta a una acción humana, es un hecho ambiental.

¹³ Edgar Morin, un filósofo francés contemporáneo, define estas relaciones muy elegantemente describiéndolas como un doble pilotaje "Seguir/Guiar a la Naturaleza".

¹⁴ El término **impacto** está tomado en su sentido neutro, pues los impactos producidos por cualquier actividad o fenómeno, natural o humano, pueden ser positivos o negativos.

b. Fenómenos naturales

Algunas situaciones en la naturaleza, no son provocadas por la actividad humana, ocurren como parte propia de la dinámica de la naturaleza misma: son los llamados **hechos o fenómenos naturales**; por ejemplo el clima¹⁵, los terremotos, las erupciones volcánicas, los huracanes, algunos aluviones, etcétera.

Sin embargo, muchos de los hechos naturales, de alguna manera, pueden ser modificados, influidos o provocados por la actividad humana. Tomemos el ejemplo de una presa hidráulica. Su construcción es un hecho ambiental, en el que la relación entre la sociedad y la naturaleza es muy directa y muy clara. Pero como consecuencia de ello, pueden ocurrir muchos cambios, que a veces no son previstos; por ejemplo, al cambiar la humedad atmosférica, pueden variar las condiciones climáticas en todo el valle donde está asentado el reservorio.

Muchos de los fenómenos sísmicos que se produjeron en las décadas de los 60, 70 y 80, en la región andina, se asume que tuvieron una cierta relación con los ensayos nucleares (atmosféricos y subterráneos) que hizo Francia en el Atolón de Muroroa. Aparentemente una explosión tan distante, no tenía nada que ver con un fenómeno telúrico en esta parte de América Latina.

Sin embargo, analizando los procesos tectónicos, se ha encontrado que, en algunos casos, la potencia explosiva de los artefactos nucleares detonados en el subsuelo, es suficiente para acelerar el movimiento de las placas tectónicas y provocar un terremoto que de todas maneras se habría producido, pero que fue activado antes del momento en el cual hubiera ocurrido naturalmente.

Esta concepción dinámica en la comprensión de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza es lo que da contenido y sentido nuestro concepto de Ambiente. En consecuencia, es en este marco conceptual donde los individuos y grupos humanos, como sociedad organizada, necesitamos aprender a manejar esas interrelaciones naturaleza-sociedad y sociedad-naturaleza; o como dice Edgar Morin¹⁶, en un doble pilotaje, aprender a seguir-guiar a la Naturaleza.

Instrumentos para el estudio y comprensión del Ambiente

* Instrumentos académicos

Instrumentos intelectuales y cognoscitivos

Instrumentos tecnológicos y de aplicación

Contribución de las disciplinas humanas:

La Filosofía, la Matemática y sus derivados

Las Ciencias Naturales: Física, Química, Biología, Ecología

Las Ciencias Sociales: Economía, Geografía y Educación

¹⁵ Una manifestación natural del clima es el llamado "efecto invernadero", fenómeno benéfico sin el cual no habría sido posible la existencia y desarrollo de la vida en el planeta Tierra, tal como la conocemos y vivimos; sin embargo algunas variaciones climáticas tienen origen o influencia antropógena, especialmente aquellas que hacen del "efecto invernadero" un serio problema ambiental actual.

¹⁶ Ver nota de pie página N° 13 (pág. 16).