

# EL DETERIORO DEL MEDIO NATURAL

Por MARIA TERESA ESTEVAN BOLEA

*Sumario:* Introducción.—El deterioro del agua.—El aire.—Contaminación convencional.—Contaminación fotoquímica.—La tierra.—Los residuos tóxicos y peligrosos.—Los ruidos.—El paisaje.—Las especies animales y las especies vegetales.

## Introducción

Posiblemente la mayor dificultad que se presenta en la gestión de la protección del medio ambiente es su extensión. No es fácil establecer el contenido ni los límites de este concepto.

Hoy día se configura este concepto en dos grandes áreas: medio natural y medio social, cuyos principales aspectos a considerar pueden ser los siguientes:

### *Medio ambiente natural o medio físico*

1. Contaminación atmosférica.
2. Contaminación de las aguas, distinguiendo entre las marítimas y continentales y en estas últimas las superficiales y las subterráneas.

3. Ruido.
4. Deterioros del suelo: erosión, sedimentación, desertización y alteración de la cubierta vegetal y contaminación del suelo por vertidos sólidos, líquidos y gaseosos.
5. Recogida y tratamiento de residuos sólidos urbanos, industriales, agropecuarios y forestales.
6. Residuos químicos tóxicos.
7. Utilización racional de los recursos naturales: renovables y no renovables. Sistemas de gestión.
8. Protección de espacios naturales protegibles. Establecimiento y gestión.
9. Prevención de incendios forestales y restauración de las zonas afectadas.
10. Flora y fauna. Especies amenazadas o en peligro de extinción.
11. Medio ambiente rural y urbano.
12. Patrimonio histórico-artístico.

#### *Medio ambiente social*

1. Problemas urbanísticos.
2. Conflictos sociales en las áreas urbanas deterioradas.
3. Aspectos económicos del medio ambiente.
4. Marco jurídico.
5. Educación ambiental.
6. Concienciación ciudadana.
7. Participación ciudadana.

En este trabajo yo me voy a referir al primero, al medio natural y sin abordarlo exhaustivamente, por cuanto el resultado sería un tratado en muchos volúmenes y lo voy a enfocar desde el punto de vista de su deterioro.

El medio ambiente natural o medio físico está constituido por cuatro sistemas interrelacionados: la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera y la biosfera, de la cual forma parte el hombre.

Veamos, pues, aunque de forma somera cómo pueden deteriorarse el agua, el aire, la tierra y el paisaje y cómo puede incidirse en la biocenosis fauna y flora.

En primer lugar, y como punto de partida para el breve análisis que se va a hacer en este artículo del deterioro de los diferentes bienes ambientales, conviene señalar que, a mi juicio, el desarrollo de esta década 1980-1990 habrá de basarse en los dos grandes pilares de la gestión ambiental: la conservación de los recursos y la protección del medio ambiente, precisamente por el deterioro al que se ha llegado en muchas zonas de nuestro territorio, debido, en gran parte, al uso exagerado e irracional de muchos recursos, tanto de los renovables como de los no renovables.

### El deterioro del agua

El agua es, junto con el aire, el recurso natural más necesario para la vida de los seres vivos en este planeta y un bien básico para el desarrollo equilibrado de la economía. Creo que no valoramos debidamente la importancia del agua y, sin embargo, en los próximos años será un recurso escaso si no frenamos su consumo, muchas veces irracional y si no evitamos la actual contaminación, que es grave en determinados tramos de las cuencas hidrográficas y preocupante el grado de eutrofización que tienen algunos de nuestros embalses.

Es preciso también cuidar las zonas costeras del litoral.

Aunque es posible que regulando bien las cuencas puedan aumentar sensiblemente nuestras disponibilidades de agua dulce, también es cierto que en el mundo se ha previsto un consumo de agua a finales de este siglo, que triplica el actual. No sé que cifra corresponde a España como demanda de agua en esa fecha, pero es indudable que conseguir una mayor calidad de vida va unido a disponer de más agua, incluso utilizándola mucho mejor.

No creo que en España la población tenga conciencia real de la dimensión e importancia del recurso agua y pienso que es necesario realizar una intensa campaña de concienciación ciudadana para que por todos y cada uno de los habitantes de este país, se realice un uso adecuado del mismo.

Las aguas residuales son los efluentes que produce una comunidad al utilizar las aguas, en sus diversos usos.

En las aguas residuales el 99,94 por 100 es agua y el 0,06 por 100 son sustancias en suspensión o disueltas en el agua.

Generalmente a la materia en suspensión se le denomina «sólidos en suspensión» para diferenciarla de los contaminantes disueltos. La producción de aguas residuales es función del consumo de agua y en España oscila, según las zonas, entre 200 y 400 litros/habitante/día para consumos domésticos; 1.500 litros/habitante/día para el consumo industrial y un equivalente de varios miles de litros por habitante y día en el caso de la agricultura.

Los efluentes procedentes de la industria o las aportaciones de los vertidos agropecuarios son muy importantes por su carga contaminante y porque no hay que olvidar que el mayor consumidor de agua es la agricultura. La agricultura consume, en España y en el mundo, más del 80 por 100 del agua disponible anualmente.

Los contaminantes del agua que inciden en mayor medida son:

- a) Los que alteran el contenido del oxígeno en los cauces, lagos o embalses que reciben los vertidos de aguas residuales.
- b) Los que producen efectos perjudiciales sobre la salud o antiestéticos.
- c) Los que estimulan un crecimiento desmesurado de las plantas (como las algas) u organismos, en los cauces receptores.

Los contaminantes del agua pueden tener naturaleza orgánica e inorgánica.

Las sustancias orgánicas están compuestas de una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y, en algunos casos, de nitrógeno. Puede haber también azufre, fósforo y hierro. En las aguas residuales, la materia orgánica suele ser entre 40 y 60 por 100 proteínas, entre un 25 y 50 por 100 hidratos de carbono y alrededor de un 10 por 100 grasas y aceites.

En los compuestos orgánicos se pueden encontrar multitud de elementos y compuestos, como sulfatos, cloruros, fósforo y metales pesados.

Parte de la materia orgánica es biodegradable, es decir, que sirve de alimento a las bacterias y otros microorganismos. El

proceso de degradación biológica de estas materias consume oxígeno y la cantidad de oxígeno que se necesita para estabilizar las sustancias orgánicas biodegradables es lo que se mide y denomina demanda bioquímica de oxígeno, DBO.

Otra parte de la materia orgánica es no biodegradable, como los pesticidas y perjudica aún más a la calidad de las aguas receptoras de tales vertidos, ya que se alteran notablemente los caracteres organolépticos. Cuando se quiere medir esta carga contaminante se habla de la demanda química de oxígeno, DQO, parámetro normalmente utilizado en los vertidos industriales y que incluye también el oxígeno requerido por las materias degradables biológicamente.

En las aguas residuales puede haber también bacterias y virus, por lo que el agua es uno de los vectores transmisores de enfermedades más importante. La presencia de gérmenes patógenos en las aguas es cada vez más frecuente y mayor, y este problema sanitario requiere una solución urgente.

El fósforo procedente de los detergentes, fertilizantes y otros compuestos y el nitrógeno existente en las aguas residuales pueden estimular el crecimiento incontrolado de algas en los lagos, embalses y cauces de los ríos. La excesiva fertilización de estos vegetales, que es el fenómeno de la eutrofización, perjudica enormemente a la calidad de las aguas, que tienen un mal sabor y olor.

Otro problema cada vez más frecuente e importante es la presencia en las aguas de metales pesados, como el cromo, plomo, zinc, mercurio, plata y cadmio.

Las aguas residuales proceden de tres fuentes o usos: domésticos, industriales y escorrentías del agua de lluvia o riego y aguas subterráneas.

También es preciso mencionar la contaminación de las aguas del mar.

La contaminación del mar ha sido definida como la introducción, por el hombre, de forma directa o indirecta, de sustancias o energía en el medio marino, incluidos los estuarios, que supongan riesgos para la salud humana, puedan deteriorar los recursos biológicos y los ecosistemas marinos, puedan afectar

a los valores deportivos o recreativos o amenazar otras utilidades legítimas del mar.

La contaminación del medio marino puede obedecer a alguna de las siguientes causas:

- a) Contaminación terrestre, sobre todo de tipo hidrológico, aunque puede incidir también la atmósfera o el depósito en el litoral de residuos sólidos.
- b) Contaminación procedente de accidentes de buques o aeronaves.
- c) Contaminación por el normal desarrollo de la navegación.
- d) Vertidos específicos debidamente regulados y autorizados.
- e) Contaminación originada por la exploración y explotación de fondos marinos.

Los contaminantes que llegan al mar pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- a) Aguas residuales de origen urbano, cuya carga contaminante es fundamentalmente de tipo orgánico.
- b) Metales pesados.
- c) Biocidas.
- d) Otros desechos y productos industriales.
- e) Petróleo y sus derivados.
- f) Sustancias radiactivas.
- g) Material inerte.
- h) Calor.

En España la contaminación del mar, como la de las aguas continentales, es creciente y especialmente en el mar Mediterráneo por las características de la zona costera y por la infraestructura socioeconómica de la franja litoral.

Los contaminantes que se vierten en mayor cuantía son materia orgánica, metales pesados y materia inerte, sobre todo residuos minerales.

La materia orgánica procede de las aguas residuales urbanas y de vertidos industriales. En las ciudades costeras hay dificultades para determinar si los residuos vertidos al mar son de

procedencia urbana o industrial. Es corriente mezclar ambos desechos que suelen ser vertidos al mar por el mismo conducto.

El efecto que producen en su mezcla los residuos urbanos y el agua del mar depende del peso específico de aquéllos en relación con la densidad del agua del mar. Pudiendo dispersarse en ella o bien irse al fondo o flotar en la superficie.

El principal trastorno que puede producirse en el medio marino por estos residuos es debido a su gran contenido en materia orgánica. Los valores de la DBO de estos desechos suelen ser altos.

También pueden dar origen por su contenido relativamente alto en compuestos de fósforo y nitrógeno a procesos de eutrofización. Al ponerse en contacto las aguas marinas con el efluente, puede dar lugar a reacciones de precipitación, coagulación y floculación. Por ejemplo, los jabones forman productos insolubles o coloidales con el calcio y magnesio del agua del mar, sedimentando el precipitado o enturbiando al agua. Ello origina trastornos en la fauna del fondo, o en el segundo caso, al disminuir el paso de la luz, baja la productividad del medio marino.

El emplazamiento del lugar de vertido de estos residuos urbanos debe ser previamente estudiado para que el efecto de dilución sea el máximo. Es importante, asimismo, que el vertido sea uniforme y continuado para evitar que la concentración alcance valores altos. Si se trata de playas, se tratará por todos los medios que estos residuos no queden remansados.

La construcción de urbanizaciones emplazadas a la orilla del mar debería contar con un sistema adecuado de depuración de sus residuos.

Las industrias descargan materia orgánica constituida por hidratos de carbono, fenoles, lignina, etc., y en el agua sirven de alimento a los microorganismos que se encuentran en el medio marino, primer escalón de la cadena alimenticia que se acaba en el pez. Si la descarga se hace de manera uniforme y en cantidades relativamente pequeñas puede beneficiar a la productividad del medio. Sin embargo, cantidades excesivas dan lugar a un rápido crecimiento, y la falta del mismo en el agua la hace impropia para los peces y otras formas de vida acuática. En casos concretos y muy extremos se llegan a crear zonas anóxicas.

Para la vida marina es más peligroso el vertido de sólidos en suspensión, que se sedimentan originando en el fondo serios trastornos bentónicos.

Los metales pesados procedentes de procesos industriales y de la minería ocupan un lugar importante entre los contaminantes de las zonas costeras. Se consideran particularmente tóxicos el mercurio, cadmio, cobre, plata y plomo. En un mar no contaminado también existen estos metales, pero en concentraciones muy bajas. Hay, por tanto, que determinar los niveles en que pueden ser peligrosos. Tenemos que hacer constar que hay metales que son necesarios para el desarrollo de los organismos marinos, ya que éstos actúan como biocatalizadores cuando se encuentran en mínimas proporciones. Así, el cobre, incluido entre los tóxicos, también ocupa un lugar entre los once metales esenciales para la vida.

La concentración de los metales considerados como tóxicos en el mar es muy baja, del orden de p. p. b. y puede variar desde algunas centésimas a unidades de esa magnitud, según se trate de zonas marinas enclavadas en áreas de baja o elevada industrialización.

Los animales marinos tienen la propiedad de concentrar estos metales, por ejemplo, el grupo de los filtradores: almeja, ostra, mejillón, etc. En el cuerpo de éstos se puede alcanzar concentraciones del orden mil a diez mil veces mayores que las del entorno en que viven.

### El aire

El aire es otro elemento vital del planeta que está sometido, igual que el agua, el suelo o la flora y fauna, a un deterioro creciente.

Al hablar de la contaminación atmosférica es preciso considerar dos problemas, uno de escala macroecológica o mundial y otro de escala microecológica o local y nacional, si bien, como en todo tema ambiental, las relaciones son estrechas, puesto que los problemas macroecológicos son función y consecuencia de los microecológicos.

Los problemas de contaminación atmosférica son transdisciplinarios y en muchos casos de escala mundial, puesto que los efectos traspasan las fronteras nacionales (casos de las lluvias ácidas en Escandinavia procedentes de las emisiones de  $\text{SO}_2$  de Inglaterra o de las de Polonia derivadas de las emisiones de Suecia), y mucho más los problemas de la energía nuclear, el agotamiento de la biomasa, las posibles modificaciones del clima y de la capa de ozono y otros.

Los problemas ambientales de dimensión macroecológica o mundial se deben a su extensión, y sobre todo a la imposibilidad de control por parte del hombre en el estado actual de la tecnología o de las actitudes mentales respecto a estas cuestiones.

Gran parte de dichos problemas están directamente o íntimamente ligados a la producción y el consumo de energía en sus distintas formas. Veamos tres ejemplos, sin extendernos demasiado en ellos.

El primero es el efecto del  $\text{CO}_2$  sobre el clima, que, junto con el vapor de agua y otros gases, da lugar al llamado efecto de invernadero; el segundo, la posible alteración de la capa de ozono, y el tercero, los efectos de las radiaciones ionizantes.

La posibilidad de que la emisión de  $\text{CO}_2$  por la industria causara cambios climáticos que podrían afectar a la temperatura de la superficie terrestre es una inquietud bastante antigua (dentro siempre de la corta cronología de los problemas ambientales, cuya presencia se ha detectado recientemente). J. Tyndall en 1863, T. C. Chamberlain en 1899 y S. Arrhenius en 1903 intuyeron ya este problema.

La presencia de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera se debe a dos tipos de focos: naturales y antropogénicos. Las principales causas de esa presencia son la descomposición de vegetales y la combustión de fósiles. Los receptores más importantes de estas emisiones son los océanos y las biosferas de la tierra. En forma aproximada, cabe decir que un 55 por 100 del  $\text{CO}_2$  emitido queda en la atmósfera, un 30 por 100 va a los océanos y un 15 por 100 es absorbido por las biosferas continentales. Hasta la revolución industrial y, sobre todo, hasta los últimos decenios, al ser mucho menor el consumo de combustibles fósiles, había un equilibrio entre el  $\text{CO}_2$  que se emitía en la atmósfera y el que salía de la

misma. Desde 1955 el incremento de la presencia de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera tiene un carácter casi exponencial, y no parece que esta tendencia pueda variar mucho en los próximos veinte años, debido al aumento que se prevé del consumo de carbón térmico hasta que entren significativamente en el mercado nuevas formas de energía. Frente a este problema, la energía nuclear, por ejemplo, tiene un impacto positivo, en tanto que el incremento en el uso de carbón para la generación de energía eléctrica, en sustitución del petróleo, lo tiene negativo e importante en su magnitud.

El  $\text{CO}_2$  es casi transparente a los rayos del sol, pero absorbe parcialmente la radiación infrarroja de la tierra y de las nubes. Parece que ello debe dar lugar a un efecto de calentamiento en la baja atmósfera, y a esto es a lo que se llama efecto de invernadero. No obstante, tales efectos tampoco están totalmente probados, pues las variaciones de la radiación modifican el equilibrio dinámico de la atmósfera y cambian la temperatura, los vientos, la nubosidad, la humedad y las precipitaciones.

¿Qué relación guarda este problema ambiental con la energía? Pues mucha, porque —si bien la aportación de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera debida a la combustión de fósiles no es el mayor componente— sí es el que quizá produce el desequilibrio que se prevé sobre todo en los próximos decenios. Se piensa que el contenido de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera puede aumentar cinco o seis veces, dado que las reservas de carbón en la tierra son muy importantes y los países están ampliando en gran escala sus programas de construcción de centrales térmicas de carbón en sustitución del petróleo y para cubrir significativos porcentajes del incremento de la demanda eléctrica.

Por otra parte, no hay hoy día una tecnología que permita reducir o controlar las emisiones de  $\text{CO}_2$  procedentes de la combustión o de otros procesos industriales, como la decarbonatación de minerales. Hasta tal punto no se ha prestado apenas atención a este problema —al menos de una forma rigurosa—, que en ninguna de las legislaciones existentes sobre emisión de contaminantes a la atmósfera se contempla la emisión del  $\text{CO}_2$ . Al contrario, se tiende a optimizar tal emisión, y ello es muy

racional, porque supone optimizar las combustiones, con el consiguiente ahorro energético.

Hay que tener en cuenta que el  $\text{CO}_2$  no es el único gas que puede producir el efecto de invernadero. Están también los aerosoles con fuerte carga de partículas sólidas, el agua y vapor de agua, así como los organohalogenados, los  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3\text{H}$ ,  $\text{SO}_2$ , etc., que tienen franjas de absorción infrarroja. Y su presencia en la atmósfera puede aumentar notablemente si no se controlan estas emisiones.

También los sulfatos (debido a la conversión de  $\text{SO}_2$  en ellos) están siendo objeto de muchos estudios en cuanto a su incidencia en el clima y al hecho de que sus partículas, precursoras de las lluvias ácidas, tienen efectos bastante perjudiciales—más que el propio  $\text{SO}_2$ —sobre el medio natural y sobre el hombre. El problema se agudizará con la sustitución de petróleo por carbón en la generación de energía eléctrica. Entre otras cosas, ello conduce a un enorme incremento de las emisiones de  $\text{SO}_2$ , pues se emplean en térmicas carbones de pésima calidad—que son, por otra parte, los que tenemos—y en los que el poder calorífico es muy bajo, el contenido de azufre alto y el contenido de cenizas y volátiles también muy alto. Frente a este problema, la energía nuclear ofrece también impactos positivos.

Parece que no son fáciles las posibles soluciones a todo esto, pero podemos tener la esperanza de que se ha detectado ya su actual dimensión y se está empezando a estudiar el problema con gran rigor, y ello—pienso yo—nos llevará a solucionarlo, o por lo menos a reducirlo a términos controlables.

El segundo problema de escala cósmica a que me refiero es el de la posible reducción de la capa de ozono de la estratosfera, problema en que al parecer participan en buena medida los compuestos organohalogenados. En las posibles alteraciones de la ozonósfera preocupan los cambios que puedan producir diversos agentes, entre ellos la circulación de aviones supersónicos y su emisión de óxidos de nitrógeno, debido a que vuelan a alturas de crucero mucho más altas que los aviones subsónicos (entre 20 y 23 kilómetros), y la máxima concentración de ozono se presenta a unos 25 kilómetros. La modificación de la capa de ozono haría disminuir la absorción de rayos ultravioletas, llegando és-

tos a la superficie terrestre en mayor cuantía, lo que, además de originar un calentamiento de la tierra, podría dar lugar, en determinados casos, a quemaduras e incluso aumentar el cáncer de piel.

Otra causa que parece que tiene mayor incidencia que los aviones SST es la presencia en la atmósfera de determinados contaminantes que pueden llegar a la estratosfera y afectar al ozono. Me refiero a los organohalogenados denominados freones (compuestos a base de cloro, flúor y carbono), que se emplean como propelentes en bastantes envases aerosol de las industrias de cosmética y perfumería, insecticidas, productos de limpieza, así como en la fabricación de algunos plásticos, espumas de poliuretano y poliestireno, o como refrigerantes; el problema de los organohalogenados es que son sustancias inertes, insolubles, no degradables, pero que bajo la acción de los rayos ultravioleta se descomponen en la atmósfera, dejando cloro, flúor y otro halógeno libre que destruye el ozono.

Esta información procede de un estudio de la OMM de 1976, pero lo cierto es que los intercambios troposfera-estratosfera no son bien conocidos. De todos modos, el tema es tan importante que se está estudiando en profundidad.

También producen un efecto semejante otros compuestos químicos, como los óxidos de nitrógeno (especialmente el óxido nítrico) y, por lo tanto, hay que considerar los fertilizantes; el cloro que se utiliza en el tratamiento de aguas potables; el tetracloruro de carbono (producto químico volátil que se emplea como disolvente); los oxidantes fotoquímicos y sus precursores en la atmósfera, y otros.

Un tercer problema de escala cósmica es el de la energía nuclear. Los posibles impactos ambientales, sobre todo los físicos, debidos a la producción de energía nuclear, no son aislados ni específicos de un país, y menos aún pueden acotarse en una región o localización concreta, puesto que las radiaciones ionizantes tienen una difusión extensa, según la actividad y vida media del elemento emisor. Por esta razón, queramos o no participar en este campo, estaremos afectados por él. Tampoco en este caso son privatizables los impactos sociales y económicos. Creo que

el tema de la energía nuclear es uno de los que típicamente deben enfocarse con una visión cósmica.

En la escala microecológica, es decir, donde los problemas ambientales se enmarcan en un espacio local y nacional, hay que distinguir entre la contaminación convencional y la contaminación fotoquímica.

### Contaminación convencional

Las tres fuentes principales de contaminación atmosférica son:

- Emisiones procedentes de los gases de escape de los vehículos.
- Emisiones debidas a las calefacciones.
- Emisiones derivadas de los procesos industriales o del funcionamiento de los generadores de calor o vapor.

De todas ellas, las de mayor significación son las últimas, las industriales, por el número de focos, por el volumen de sus emisiones y por el tipo y cantidad de contaminantes. El factor crítico, en la contaminación atmosférica, es el volumen de emisiones. Las emisiones pueden ser gases o partículas sólidas.

Los contaminantes más frecuentemente emitidos son:

- Anhídrido sulfuroso,  $\text{SO}_2$ .
- Monóxido de carbono,  $\text{CO}$ .
- Hidrocarburos,  $\text{C}_n\text{H}_m$ .
- Ozono y oxidantes.
- Aerosoles, en los que se incluyen los polvos, con partículas sedimentables y partículas en suspensión y los humos.
- Sulfuro de hidrógeno,  $\text{SH}_2$ .

Además de estas sustancias, que se presentan con más frecuencia, existen una serie de compuestos contaminantes de la atmósfera, como son los derivados del azufre, del nitrógeno, de

los halógenos, del arsénico y el inmenso mundo de los compuestos orgánicos.

Existen además partículas de elementos radiactivos, las radiaciones y los olores molestos.

### Contaminación fotoquímica

Se denomina contaminación fotoquímica a la presencia de gases y aerosoles formados en las reacciones producidas en la atmósfera entre los óxidos de nitrógeno (óxido nítrico, NO, y dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>), los hidrocarburos y el oxígeno, en presencia de una fuerte radiación solar. Son reacciones fotoquímicas en las que se forman una serie de sustancias complejas, en cuyas reacciones de formación entran el ozono, aldehídos, peróxido de hidrógeno, peroxiacetilnitrilo (PAN), radicales libres, partículas sólidas, etc.

Para que se formen los oxidantes es preciso que haya un sistema de altas presiones estacionario, asociado a una inso'ación suficiente y vientos matinales muy leves o casi nulos. O sea, situaciones anticiclónicas en las que hay una gran estabilidad atmosférica y los contaminantes no se pueden dispersar ni en sentido vertical ni en el horizontal.

Estas situaciones pueden presentarse en casi todas las regiones del mundo, particularmente las comprendidas entre los 60° latitud Norte y Sur, entre ellas España.

Cada día son más frecuentes los fenómenos de contaminación fotoquímica. Se observó por primera vez en Los Angeles, en California, en 1944; fue el famoso «smog fotoquímico», que no debe confundirse con el «smog» londinense—constituido por una niebla o aerosoles debidos a las emisiones de humos y de óxidos de azufre, y que en 1952 causó miles de muertos en un episodio realmente grave.

Los principales efectos de la contaminación fotoquímica sobre el hombre se aprecian en la irritación de los ojos y de las mucosas, atacando, claro está, en mayor medida a los asmáticos y personas con afecciones broncopulmonares. Son importantes tam-

bién los efectos sobre la vegetación. Los seres vivos más sensibles a la acción de los oxidantes son los vegetales. La flora queda afectada incluso con bajas concentraciones de oxidantes.

La niebla, de color pardusco—por la presencia de  $\text{NO}_2$ —reduce también bastante la visibilidad.

Los óxidos de nitrógeno se producen en la fabricación de ácido nítrico, ácido sulfúrico por el método de cámaras, en los procesos de nitración y sobre todo en los procesos de combustión en fuentes fijas y en fuentes móviles.

Teniendo en cuenta que el 96 por 100 de toda la energía utilizada en el mundo se consume en el hemisferio Norte y el 86 por 100 en la banda comprendida entre los  $30^\circ$  y  $60^\circ$  latitud Norte, y considerando el gran incremento del empleo del carbón en los programas energéticos de los países industrializados, el problema de la contaminación fotoquímica va a aumentar de forma notable en los países occidentales.

Los mecanismos de formación de oxidantes en las reacciones fotoquímicas que se forman en los episodios de fuerte contaminación en situaciones climatológicas anticiclónicas pueden sintetizarse del siguiente modo:

En primer lugar, a primeras horas de la mañana, se produce una emisión de hidrocarburos y  $\text{NO}$  de los gases de escape de los vehículos y chimeneas. Conforme aumenta la intensidad de la radiación solar disminuye la concentración de  $\text{NO}$  y aumenta la del  $\text{NO}_2$  y aldehídos. Luego desciende la concentración del  $\text{NO}_2$  y aparecen niveles de ozono significativos. Después del mediodía, los niveles de ozono bajan, así como las concentraciones de aldehídos e hidrocarburos.

Aunque el tráfico sea intenso por la tarde y noche, los fenómenos del «smog» fotoquímico no se acusan en ese momento, sino especialmente en la mañana.

El motor de las reacciones fotoquímicas es el  $\text{NO}_2$ . Cuando en la atmósfera no hay hidrocarburos, la fotodisociación de los óxidos de nitrógeno da lugar a un cierto equilibrio entre las concentraciones de  $\text{NO}$  y  $\text{NO}_2$ . Pero en presencia de hidrocarburos este equilibrio se rompe y se inicia una reacción en cadena, que

comienza por la reacción del oxígeno atómico y el ozono con los hidrocarburos y una oxidación del NO en NO<sub>2</sub>.

En la atmósfera de las zonas urbanas puede detectarse la presencia de más de 100 hidrocarburos, de los que los más reactivos son las cefinas.

La contaminación convencional se debe a la emisión de los contaminantes denominados primarios: CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, hidrocarburos, aerosoles sólidos y líquidos, SH<sub>2</sub>, ClH, FH, etc. Estos contaminantes primarios dan lugar, inducen, otros compuestos que son los oxidantes, denominados contaminantes secundarios porque no se emiten, sino que se forman por reacciones fotoquímicas. Sus precursores son fundamentalmente los NO<sub>x</sub> y los hidrocarburos.

La concentración de los contaminantes primarios, los convencionales, puede disminuirse reduciendo las emisiones de los mismos.

En cambio, el control de los oxidantes pasa por la reducción de la emisión de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, que en el estado actual de la técnica es muy difícil.

Las fuentes que pueden causar la contaminación atmosférica son de dos tipos: fijas (focos industriales y calefacciones) y móviles, constituidas por los vehículos automóviles.

La incidencia de cada una de estas fuentes es función del volumen de emisión, pero influyen mucho las características geográficas de la zona, meteorología y topografía. Es evidente, sin embargo, que por buenas que sean las condiciones naturales del lugar para la dispersión de contaminantes, si hay una fuerte concentración urbana o industrial, se presentarán problemas de contaminación atmosférica en determinados períodos de tiempo.

Los problemas de contaminación atmosférica son importantes en España, como en otros países, en las grandes áreas urbanas y en las concentraciones industriales. Es preciso sanear la atmósfera, que es un sistema más frágil de lo que creemos, y es necesario también estudiar a fondo la incidencia de los problemas macroecológicos, como el posible efecto del CO<sub>2</sub> sobre el clima o la rotura de la capa de ozono o la presencia masiva en la atmósfera de radiaciones ionizantes, porque el aire es un elemen-

to vital para nuestra existencia y la de los recursos vegetales o para la conservación de nuestro patrimonio histórico-artístico, ya que se trata de uno de los principales parámetros que configuran hoy el concepto calidad de vida.

### La tierra

La tierra o suelo es el asiento de casi todas las actividades humanas. Es también la fuente primordial de materias primas y constituye uno de los elementos básicos del medio natural.

El deterioro del suelo puede proceder del sistema de utilización de la tierra, del estado y situación de los suelos, de la falta de protección de espacios singulares y ecosistemas frágiles o de los conflictos sociales y económicos que pueden producirse por las distintas alternativas de uso de un territorio.

En este terreno, los problemas fundamentales pueden sintetizarse en los siguientes: La continua expansión de las tierras de cultivo, incluso en territorios no muy aptos para este fin, que viene impuesta por la mayor demanda de alimentos originada por el crecimiento demográfico; las prácticas agrícolas intensivas; el monocultivo y el sobrepastoreo que empobrecen los suelos; la deforestación de grandes zonas del planeta; los incendios forestales; los fenómenos de erosión y alteración de la cubierta vegetal que están incrementando la desertización en muchas áreas; la contaminación del suelo por toda clase de residuos—sólidos, líquidos y gaseosos—; el proceso de urbanización que viene ocupando las mejores tierras agrícolas; el empleo en grandes cantidades de biocidas y fertilizantes, y, en general, la sustitución de especies autóctonas por otro tipo de vegetación está influyendo de forma muy importante en el deterioro del suelo y, en general, de la biosfera.

En España, como en Europa, hay una rica variedad de ecosistemas y algunos muy frágiles. Gran parte de los problemas mencionados se presentan en nuestro país, pero hay uno de singular importancia, que es la alteración de la cubierta vegetal debida a los incendios forestales. Las cifras de superficie, arbolada y desarbolada, incendiadas son realmente alarmantes. En

1979 se produjeron 7.827 incendios forestales, en los que ardie-ron 132.389 hectáreas arboladas y 167.263 desarboladas, lo que representa un total de 299.652 hectáreas.

Teniendo en cuenta que en dicho año se repoblaron 80.315 hectáreas, y que los trabajos de conservación de suelos afectaron a 11.427 hectáreas, se infiere con facilidad que el problema de incendios forestales es hoy en España una verdadera catástrofe ecológica.

Los incendios forestales que se produjeron en 1980 fueron también muy importantes, pero las cifras realmente alarmantes corresponden a 1981, puesto que se han duplicado.

En España el problema de los incendios forestales es verdaderamente una catástrofe ecológica.

El estado de los suelos se ha modificado también por la extensión de las actividades urbanas e industriales y la construcción de equipamiento e infraestructura, que en muchos casos han ocupado tierras de un gran valor agrícola.

El turismo ha producido en muchos puntos del litoral, especialmente en la costa mediterránea, una verdadera degradación de esas tierras.

Los grandes proyectos de infraestructura y de urbanización modifican profundamente los suelos. Su incidencia sobre zonas frágiles, que no están protegidas, preocupan cada vez más. Estas preocupaciones se dirigen hacia un necesario conocimiento de la aptitud de los suelos, que puede conocerse bien a través de los estudios del medio físico. Estos estudios son un instrumento muy eficaz para la planificación del desarrollo, puesto que permiten conocer la capacidad de acogida del territorio a distintas alternativas de uso en función de sus condiciones y características edafológicas y geobiofísicas. La implantación de las actividades económicas debiera tener en cuenta estos estudios, así como los de evaluación del impacto ambiental como fase previa a cualquier toma de decisión en tal sentido.

De todos modos, estos deterioros, como los del aire o los del agua, pueden reducirse o evitarse considerando previamente a su realización los efectos ambientales que pueden derivarse de una acción o proyecto de desarrollo, siendo compatibles las ac-

tividades agrarias y ganaderas con la protección de espacios naturales, así como con la localización de industrias o instalaciones turísticas y el desarrollo de núcleos urbanos.

Es decir, es posible el uso múltiple del suelo y la conservación de sus valores planificando adecuadamente su utilización y ordenando las diferentes actividades.

No hay que olvidar los conflictos sociales que surgen precisamente por el uso del suelo cuando el mismo no está debidamente ordenado, pero es posible compatibilizar el desarrollo y la conservación de estos recursos.

### Los residuos tóxicos y peligrosos

Como todos los problemas de medio ambiente, el conocimiento del riesgo de la presencia de productos químicos tóxicos en los tejidos de diversos organismos, fauna especialmente, y, por consiguiente, la necesidad de controlar la producción, utilización y eliminación de determinados residuos es reciente, ni tan siquiera hace dos décadas.

En 1963 empezó a detectarse un incremento de la mortalidad anormal de peces y pájaros, y se atribuyó al empleo de pesticidas en la agricultura y selvicultura. En esa fecha, la OCDE comenzó a considerar estos temas, y en 1964 se lanzó en los Estados Unidos el Programa Nacional de Vigilancia de Pesticidas. En esos años se atendía fundamentalmente a los productos órganoclorados, sobre todo el DDT y dieldrín, después de que en 1966 se publicaron los informes que daban cuenta del descubrimiento en la Antártida de residuos de DDT en los tejidos de los pingüinos. Hay que señalar también el escepticismo que produjo esta información en numerosos científicos y, sin embargo, todo ello se comprobó con gran fiabilidad poco después.

Puede decirse que la inquietud por el control de los productos químicos tóxicos o peligrosos nació con el DDT y, sin embargo, no podían intuirse estos problemas cuando en 1948 el suizo Paul Hermann Muller recibió el premio Nobel por el descubrimiento del DDT como insecticida. Este producto y otros organoclorados

fueron de una enorme utilidad como plaguicidas y herbicidas, pero después se comprobó el peligro que corrían muchas especies animales, e incluso el hombre, si continuaba su uso.

El DDT se encuentra ahora en los tejidos de muchos animales del mundo, aunque ha afectado más a determinadas especies, como algunas aves rapaces —tales como el águila de cabeza blanca y el halcón peregrino—, puesto que su capacidad para fijar el calcio es reducida por el DDT hasta el extremo de que las cáscaras de los huevos son demasiado delgadas y se rompen en el nido antes de que salgan los pollos del cascarón.

El DDT es concentrado también por los carnívoros en sus tejidos porque al alimentarse de herbívoros acumulan las cantidades fijadas en la materia vegetal asimilada.

El uso de estos insecticidas organoclorados está prohibido ya en muchos países, y uno de los retos de la industria química es encontrar productos sustitutivos para el control de enfermedades, insectos y malas hierbas en la agricultura, bien sea por otras sustancias químicas biodegradables en lugar de estables y que sean específicas en la destrucción de plagas o bien mediante métodos de control biológico que requieren una enorme atención, puesto que el conocimiento de los mismos es muy escaso.

El caso del DDT es un magnífico ejemplo de lo poco que sabemos acerca de los efectos de la intervención del hombre en la biosfera.

Y lo mismo sucede con los bifenilos policlorados, PCB o con los clorofluorcarbonos, el amianto, el plomo, los compuestos de mercurio, los de cadmio o los cromatos y tantas otras sustancias químicas todavía poco estudiadas en sus efectos y riesgos potenciales que su utilización plantea.

Entre los productos fabricados por el hombre y las sustancias naturales hay más de cuatro millones de compuestos químicos diferentes, de los cuales se utilizan unos 60.000 en aplicaciones agrícolas, selvícolas, industriales, domésticas, medicinales, cosméticas y otras.

Las sustancias químicas se introducen en el aire, en el agua y en el suelo a lo largo de su ciclo de producción-transporte-utilización o en su eliminación. Los vectores fundamentales por los

que las sustancias tóxicas llegan al hombre son el agua y el suelo. También se incorporan al medio ambiente por medio de reacciones intermedias ligadas a la producción y consumo de energía. Los productos químicos que afectan de un modo más intenso al medio son los que se introducen directamente en él en cantidades muy grandes: fertilizantes, insecticidas y herbicidas.

Para prevenir los potenciales perjuicios sobre la salud de las sustancias químicas es necesario conocer los caminos por los que dichas sustancias llegan a los ecosistemas y al hombre, así como las reacciones y transformaciones que tienen lugar, su destino final y su degradabilidad o persistencia.

El tan conocido caso de la enfermedad de Minamata, en Japón, es un ejemplo muy claro del problema que plantean los productos químicos que no son biodegradables, es decir, la acumulación de una sustancia persistente. Una empresa química que empleaba en su planta un catalizador de mercurio inorgánico vertía en la bahía de Minamata residuos que contenían cloruro de metilmercurio, producto muy tóxico, que se fue acumulando en los peces y otros organismos marinos. El consumo de esa población de pescado procedente de dicha bahía provocó alteraciones y problemas en más de 1.500 personas, de las que fallecieron 241 a consecuencia de este envenenamiento. El suceso es muy conocido, pero de él quiero resaltar el plazo en que se producen estos fenómenos. La planta química que realizó estos vertidos se puso en funcionamiento en 1932, y los síntomas de la enfermedad empezaron a aparecer en 1956, es decir, veinticuatro años más tarde, y hasta 1959 no se determinó la causa, y aunque estos desechos dejaron de verterse en 1960, sus efectos todavía se dejan sentir.

El mismo proceso ha tenido lugar respecto a los efectos de los clorofluorcarbonos en su incidencia respecto a la alteración de la capa de ozono en la atmósfera terrestre, efectos potenciales que también han empezado a detectarse veinte años después de que comenzara su empleo.

Uno de los caminos críticos por los que la contaminación química llega al hombre es la alimentación, de ahí la atención que hay que prestar a los aditivos químicos, a los restos de pesticidas y herbicidas que puedan quedar en los vegetales y a los com-

ponentes peligrosos o tóxicos de los productos que frecuentemente ingerimos.

Los daños o efectos que los productos químicos pueden causar en el hombre y en los ecosistemas, en los que vive y de los que depende, tienen un espectro muy amplio. Exposiciones cortas, pero con emisiones elevadas de determinados productos pueden causar envenenamiento, intoxicaciones y alteraciones graves en un plazo corto. En tanto que exposiciones continuadas a bajas dosis pueden ocasionar enfermedades crónicas pulmonares, cáncer, esterilidad y otros problemas, entre los que hay que destacar las posibles malformaciones congénitas por el carácter mutágeno de algunos productos químicos.

Entre los productos potencialmente tóxicos a los que se está prestando cada vez mayor atención están el plomo, la cafeína y los contaminantes procedentes de los gases de escape de los vehículos diesel.

La cafeína, que es el mayor componente del café, cola y chocolate, parece que causa daños importantes en los cromosomas.

El plomo es una sustancia realmente peligrosa, como lo son también los otros metales pesados, como el cadmio, cromo, mercurio y otros.

Una de las fuentes de riesgo que más inquietan es el depósito incontrolado de residuos tóxicos. Cada vez son más frecuentes los accidentes y efectos a que dan lugar, por cuanto cada vez hay más residuos indebidamente tratados.

Por consiguiente, es preciso estudiar ampliamente el proceso de generación de residuos tóxicos y adoptar progresivamente las soluciones y tratamientos idóneos, es decir, su control. En muchos casos será preciso sustituir unos productos por otros cuyos residuos no presenten riesgos para la población.

### **Los ruidos**

Se puede definir el ruido como un sonido excesivo o intempestivo, o de forma más precisa, como todo sonido susceptible de producir efectos fisiológicos o psicológicos sobre una persona o grupo de personas. Se mide en decibelios, que es una unidad

que mide la intensidad de la presión acústica con relación a una intensidad normalizada de referencia.

Normalmente la población está viviendo, sobre todo en el medio urbano, en un ambiente ruidoso. Los valores medios oscilan entre 30 y 40 decibelios, pero se llega con frecuencia a puntos de 80 ó 90 (dBA).

Cuando se considera la calidad de vida, inevitablemente el ruido es uno de los factores que se considera como más degradante, y ello es así porque su efecto sobre la salud es apreciable y afecta de forma muy negativa al comportamiento de las personas y a sus actividades. Los efectos psicológicos y sociales son muy claros.

Si los valores sonoros no sobrepasan los 70 dBA, los efectos son soportables para los seres humanos. Los trastornos auditivos son cada vez mayores, pero más que al ruido ambiental se debe al nivel sonoro existente en muchos lugares de trabajo, es más un problema de higiene en el trabajo que de medio ambiente. Sin embargo, el ruido que produce el tráfico es molesto y es constante durante el día.

El ruido está creciendo tanto en el hogar como en los lugares de trabajo o en la calle y constituye hoy el factor ambiental de mayor importancia para la población en cuanto a calidad de vida, según resultados de muchas encuestas. Es un problema de muy difícil solución porque son muchos los focos emisores de ruido y muy dispersos, pero es evidente que es necesario aplicar medidas energéticas y eficaces para la reducción de esta gran molestia.

### **El paisaje**

El paisaje también se viene deteriorando de forma alarmante y en muchos casos sin que haya la menor necesidad.

Hay un deterioro estético y hay un problema de suciedad y abandono, por los muchos residuos que se encuentran por montes, bosques, jardines, parques, carreteras, playas, orillas de los ríos y las propias calles o plazas de una ciudad.

Es un problema de educación ciudadana por un lado y de formación ambiental en los profesionales que proyectan las infraestructuras, los edificios, las plantas industriales o cualquier otro tipo de instalación semejante.

Cuando nuestra conciencia ambiental sea más amplia, esta alteración del paisaje no se producirá.

### Las especies animales y las especies vegetales

Al hacer mención de las especies animales y vegetales es preciso señalar que nos referimos a las silvestres porque el hombre viene utilizando las plantas y los animales para su alimentación desde hace siglos, mediante su cultivo y cría, respectivamente.

A pesar de que hay miles de plantas comestibles, el hombre cubre el 90 por 100 de su alimentación vegetal con solo 12 especies. La diversidad biológica que nos ofrece la naturaleza es inmensa y el potencial de empleo de otras especies es enorme.

La industria utiliza también productos vegetales y animales como materia prima en sus producciones.

En este rápido repaso sobre la biota no puede olvidarse el enorme potencial de recursos vivos que tiene el mar, potencial mucho menos conocido y utilizado que el de la tierra.

Por consiguiente, el problema de defensa de la biocenosis se centra en la protección de la flora y fauna silvestres y sobre todo, de las especies autóctonas y escasas, en el caso de la floresta, y de las especies amenazadas, en el de la fauna. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza estima que cada año desaparece una especie o sub-especie animal.

Los gobiernos e instituciones privadas, conscientes de esta amenaza, se están esforzando en frenar el ritmo de extinción, protegiendo a ciertas especies amenazadas o en peligro. Según datos de la OCDE, en Europa se considera que el 23 por 100 de las 156 especies de mamíferos están en peligro o amenazadas. Otro gran número de especies están disminuyendo su población de forma rápida. Por ejemplo, en Europa también, de 407 especies de pájaros, 220 están disminuyendo, 62 están estacionarias

y 126 van en aumento. Parece que el motivo de la disminución de 56 especies se debe a las modificaciones de su hábitat; la contaminación ha afectado a 12 especies y la destrucción deliberada a otras 80. Parece también que el crecimiento de 18 especies se ha debido a la protección del hombre.

Esta evolución refleja el desarrollo de las actividades humanas y su impacto sobre los ecosistemas. La caza y la pesca, la modificación o alteración del hábitat de la flora y de la fauna silvestres, el empleo de sustancias contaminantes (lluvias ácidas, fertilizantes, productos químicos tóxicos, defoliantes, insecticidas, plaguicidas y biocidas en general) parecen ser las causas que inciden en la alteración de las condiciones de vida de la fauna y flora.

Finalmente quiero señalar que en el comienzo de esta década de los ochenta se están adoptando unos programas y prácticas de gestión de los recursos naturales, tanto de los renovables como de los no renovables, que tienen en cuenta la protección de la flora y fauna silvestres, así como la necesidad de utilizar los recursos de forma que haya un equilibrio entre las preocupaciones ambientales y las condiciones socioeconómicas.

Quizá lo más destacable del deterioro de la naturaleza física no sea el análisis individualizado de las alteraciones de cada uno de los sistemas: atmósfera, hidrosfera y litosfera, sino la interrelación y dependencia mutua de los seres vivos, la biosfera, en la que naturalmente se incluye al hombre, de estos sistemas y entre ellos, y hemos tratado de la degradación de la naturaleza física porque es urgente frenar dicho deterioro. Estoy segura de que en esta década avanzaremos en esta labor, porque de ella depende la supervivencia en este hermoso planeta.

