

Efectos medioambientales del uso de los combustibles fósiles.

A lo largo de los siglos XIX y XX, la actividad humana ha transformado la composición química del agua y del aire en la Tierra, ha modificado la faz del propio planeta y ha alterado la vida misma. ¿Por qué este periodo de tiempo, más que ningún otro, ha generado cambios tan generalizados en el entorno? Las razones son múltiples y complejas. Pero sin lugar a dudas, uno de los factores más notables es la utilización de los combustibles fósiles, que ha suministrado mucha más energía a una población mucho mayor que en cualquier época anterior.

Hacia 1990, la humanidad utilizaba una cantidad de energía 80 veces superior a la que usaba en 1800. La mayor parte de dicha energía procedía de los combustibles fósiles. La disponibilidad y capacidad de uso de esta nueva fuente de energía ha permitido a la humanidad aumentar los volúmenes de producción y de consumo. De forma indirecta, esta fuente de energía ha provocado un rápido crecimiento de la población al haber desarrollado el ser humano sistemas de agricultura mucho más eficaces, como, por ejemplo, la agricultura mecanizada, basados en la utilización de estos combustibles fósiles. Las técnicas de cultivo mejoradas originaron un aumento del suministro de alimentos que, a su vez, favoreció el crecimiento de la población. Hacia finales de la década de 1990, la población humana era aproximadamente seis veces mayor que la de 1800. Los cambios generalizados que han tenido lugar en el medio ambiente se deben también a otros factores como, por ejemplo, el vertiginoso ritmo de urbanización o la velocidad igualmente vertiginosa de la evolución tecnológica. Otro factor no menos importante es la creciente importancia que los gobiernos modernos otorgan al crecimiento económico. Todas estas tendencias están relacionadas entre sí, colaborando cada una de ellas al desarrollo de las otras y configurando todas ellas la evolución de la sociedad humana en la edad contemporánea. Estas tendencias de crecimiento han replanteado las relaciones entre el hombre y el resto de los habitantes de la Tierra.

Durante cientos de miles de años, los seres humanos y sus predecesores en la cadena evolutiva han ido modificando, tanto deliberada como accidentalmente, su entorno de vida. Pero sólo en épocas recientes, con la utilización de los combustibles fósiles, la humanidad ha conseguido provocar cambios profundos en la atmósfera, el agua, el suelo, la vegetación y los animales. Provistos de combustibles fósiles, los humanos han alterado el entorno natural de forma como nunca lo habían hecho en épocas preindustriales, provocando, por ejemplo, la devastación de hábitats y fauna y flora naturales a través de los vertidos de petróleo. El hombre ha podido provocar los cambios medioambientales de forma mucho más rápida acelerando antiguas actividades como la deforestación.

Orígenes de los combustibles fósiles

Entre los combustibles fósiles se incluyen el carbón, el gas natural y el petróleo (también denominado crudo), que son los residuos petrificados y licuados de la acumulación durante millones de años de organismos vegetales en descomposición. Cuando se quema el combustible fósil, su energía química se convierte en calórica, la cual se transforma en energía mecánica o eléctrica mediante máquinas como motores o turbinas.

El carbón adquirió por primera vez importancia como combustible industrial durante los siglos XI y XII en China, ya que la fabricación del hierro consumía grandes cantidades de dicho recurso. El primer aprovechamiento del carbón como combustible doméstico comenzó durante el siglo XVI en la ciudad inglesa de Londres. A lo largo de la Revolución Industrial, que se inició en el siglo XVIII, el carbón se fue convirtiendo en un combustible fundamental para la industria, actuando de medio de propulsión de la mayoría de las máquinas de vapor.

El carbón fue el combustible fósil primario hasta mediados del siglo XX, cuando el petróleo lo sustituyó como carburante preferido en la industria, el transporte y otros sectores. Las primeras perforaciones de petróleo se

efectuaron en Estados Unidos, concretamente en la región occidental de Pennsylvania en 1859 y las primeras grandes extensiones plagadas de pozos de petróleo surgieron en el sureste de Texas en 1901. Los mayores yacimientos de petróleo del mundo se descubrieron en la década de 1940 en Arabia Saudí y en la de 1960 en Siberia. ¿Por qué eclipsó el petróleo al carbón como el carburante preferido? El petróleo presenta ciertas ventajas sobre el carbón, ya que produce mayor rendimiento que éste, proporcionando más cantidad de energía por unidad de peso que el carbón y, además, provoca menos contaminación y funciona mejor en máquinas pequeñas. Sin embargo, los yacimientos de petróleo son menores que los de carbón. Cuando el mundo haya agotado las reservas de petróleo seguirá existiendo abundante disponibilidad de carbón.

Contaminación actual de la atmósfera

La capa más alejada del entorno de vida de la Tierra es la atmósfera, una mezcla de gases que rodea al planeta. La atmósfera contiene una capa muy fina de ozono que protege la vida en la Tierra contra la nociva radiación ultravioleta procedente del Sol. Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, el hombre ha ejercido un impacto muy escaso sobre la atmósfera. A lo largo de miles de años el hombre ha venido quemando de forma rutinaria elementos de la vegetación, provocando de forma intermitente una contaminación del aire. En la edad antigua, la fundición de ciertos minerales, como el cobre, liberaban sustancias metálicas que se desplazaban por la atmósfera desde el mar Mediterráneo hasta llegar incluso a Groenlandia. Sin embargo, el desarrollo de los combustibles fósiles ha comenzado a amenazar a la humanidad con una contaminación atmosférica mucho más grave.

Antes de la generalización del uso de los combustibles fósiles, la contaminación del aire afectaba normalmente en mayor grado a las ciudades que a las zonas rurales, debido a la concentración de núcleos de combustión en los núcleos urbanos. Los habitantes de las áreas urbanas de clima frío se procuraban calefacción quemando madera, pero los suministros locales de madera se fueron extinguiendo rápidamente. Debido a la escasez de oferta, la madera se fue encareciendo. El hombre comenzó entonces a consumir cantidades comparativamente menores de madera, disponiendo de menor calefacción en las viviendas. La primera ciudad en solucionar dicho problema fue Londres, en donde sus habitantes empezaron a utilizar carbón como combustible para la calefacción de los edificios. Durante el siglo XIX había medio millón de chimeneas expeliendo humo de carbón, hollín, cenizas y dióxido de azufre al aire londinense.

El desarrollo de las máquinas de vapor durante el siglo XVIII introdujo el carbón en la industria. El crecimiento derivado de la Revolución Industrial se tradujo en un número mayor de máquinas de vapor, de chimeneas fabriles y, por consiguiente, mayor contaminación atmosférica. El cielo comenzó a oscurecerse en los núcleos industriales de Gran Bretaña, Bélgica, Alemania y Estados Unidos. Las ciudades que albergaban industrias consumidoras de energía, como la siderúrgica, y edificios dotados de calefacción por carbón, estaban siempre envueltas en humo y bañadas en dióxido de azufre. A Pittsburgh, en Pennsylvania, una de las mayores ciudades industriales de Estados Unidos de aquella época, a veces se la definía como un infierno con la tapa levantada. El consumo de carbón de algunas industrias era tan elevado como para contaminar el firmamento de toda una región, como en el caso de la cuenca del Ruhr, en Alemania, y de Hanshin, un área próxima a la ciudad japonesa de Osaka.

Primeros controles de la contaminación atmosférica

Los intentos de reducir los humos no resultaron eficaces hasta el decenio de 1940, por lo que los habitantes de las ciudades y regiones industriales hubieron de padecer las consecuencias de una atmósfera cargada de contaminación. Durante la época victoriana en Gran Bretaña no era infrecuente limpiar el polvo en el hogar dos veces al día para eliminar la suciedad en suspensión. Los habitantes de las ciudades industriales fueron testigos de la pérdida de numerosos pinos y especies naturales debido a los elevados niveles de dióxido de azufre existentes y, además, padecieron unas tasas de neumonía y de bronquitis muy superiores a las de sus antepasados, sus familiares residentes en otras regiones o sus descendientes.

A partir de 1940, los gobernantes de las ciudades y regiones industriales consiguieron reducir la contaminación atmosférica causada por el carbón. San Luis, en el estado de Missouri, fue la primera gran ciudad del mundo que concedió máxima prioridad a la eliminación de los humos. Pittsburgh y otras ciudades estadounidenses siguieron su ejemplo a finales de la década de 1940 y principios de 1950. Londres adoptó medidas drásticas a mediados de la década de 1950 después de que la llamada niebla asesina (*killer fog*), una situación crítica de contaminación en diciembre de 1952, causara más de 4.000 muertos. Alemania y Japón hicieron ciertos progresos en la lucha contra los humos durante el decenio de 1960, utilizando una combinación de salidas de humos más altas, filtros y depuradoras de chimeneas y sustituyendo el carbón por otros combustibles.

Aún se continuaba la lucha contra los humos, las ciudades se vieron enfrentadas a problemas de contaminación atmosférica nuevos y más complejos. A medida que se fueron popularizando los automóviles, primero en Estados Unidos durante la década de 1920 y más tarde en Europa occidental y en Japón durante las décadas de 1950 y 1960, las emisiones de los tubos de escape vinieron a sumarse a la contaminación atmosférica procedente de chimeneas y salidas de humos. Los gases de escape de los automóviles contienen diferentes tipos de sustancias contaminantes, tales como monóxido de carbono, óxido nitroso y plomo. Por lo tanto, los automóviles vinieron, junto con las nuevas industrias como la petroquímica, a complicar y agravar los problemas ya existentes de contaminación atmosférica en el mundo. El *smog* fotoquímico, causado por el impacto de la luz solar sobre elementos contenidos en los gases de escape de los automóviles, se convirtió en una seria amenaza para la salud en ciudades con abundante insolación y frecuentes cambios de temperatura. Los peores *smogs* del mundo se producían en ciudades soleadas y atestadas de coches, tales como Atenas (Grecia), Bangkok (Tailandia), la ciudad de México (México) y Los Ángeles Estados Unidos.

Además de estos problemas de contaminación local y regional, hacia finales del siglo XX la actividad humana comenzó a impactar directamente sobre la atmósfera. Los crecientes niveles de dióxido de carbono en la atmósfera después de 1850, consecuencia principalmente de la incineración de los combustibles fósiles, aumentaron la capacidad del aire para retener el calor solar. Esta mayor retención térmica provocó la amenaza de un calentamiento global, un incremento generalizado de la temperatura de la Tierra. Una segunda amenaza contra la atmósfera provenía de los compuestos químicos conocidos como clorofluorocarbonos, que fueron inventados en 1930 y utilizados ampliamente en la industria y como refrigerantes después de 1950. Cuando los clorofluorocarbonos ascienden a la estratosfera (la capa más alta de la atmósfera), provocan una disminución del grosor de la capa de ozono, debilitando su capacidad para frenar la nociva radiación ultravioleta.

Contaminación del agua

El agua siempre ha constituido un recurso vital para el hombre, al principio sólo como bebida, más tarde para lavar y también para el regadío. Con la potencia proporcionada por los combustibles fósiles y la moderna tecnología, la humanidad ha desviado los cauces de los ríos, ha extraído el agua subterránea y contaminado las fuentes de agua de la Tierra como no lo había hecho jamás.

El regadío, si bien ya era una práctica muy antigua, sólo afectaba a regiones limitadas del mundo hasta épocas recientes. Durante el siglo XIX, las técnicas de regadío se difundieron rápidamente, impulsadas por los desarrollos de la ingeniería y el incremento de la demanda de alimentos procedente de la creciente población mundial. En India y en América del Norte se construyeron enormes redes de presas y de canales. En el siglo XX se construyeron presas aún mayores en los países mencionados, así como en Asia central, China y otros lugares. Después de la década de 1930, las presas construidas para regadío también se aprovecharon para la producción de energía hidroeléctrica. Entre 1945 y 1980 se construyeron presas en la mayoría de los ríos del mundo considerados aptos por los ingenieros.

Las presas, al suministrar energía eléctrica además del agua de regadío, vinieron a facilitar la vida de millones de personas. Sin embargo esta comodidad tenía un precio, ya que las presas modificaron los ecosistemas

acuáticos que habían existido a lo largo de los siglos. En el río Columbia, en el oeste de Norteamérica, por ejemplo, las poblaciones de salmones se vieron afectadas ya que las presas bloqueaban las migraciones anuales de los salmónidos. En Egipto, donde una gran presa embalsó el Nilo en Asuán en 1971, fueron muchos los humanos y animales que hubieron de pagar las consecuencias. Las sardinas mediterráneas murieron y los pescadores de estas especies se quedaron sin ingresos. Los agricultores tuvieron que recurrir a los fertilizantes químicos, pues la presa de Asuán impedía las crecidas primaverales del Nilo y con ello el depósito de la capa anual de limo fértil sobre las tierras ribereñas del río. Además, muchos egipcios que bebían agua del Nilo, que arrastraba una cantidad cada vez mayor de vertidos de los fertilizantes, comenzaron a acusar efectos negativos en su salud. El mar de Aral, en Asia central, también ha sufrido las consecuencias, ya que a partir de 1960 ha disminuido su nivel debido a que las aguas que desembocaban en él habían sido desviadas para regar los campos de algodón.

Las aguas fluviales por sí solas no han bastado para cubrir las necesidades de la agricultura y las ciudades. Las aguas subterráneas se han convertido en muchas partes del mundo en una fuente esencial de este elemento y a un precio muy económico, ya que los combustibles fósiles facilitaron enormemente los bombeos. Por ejemplo, en las Grandes Llanuras, desde Texas hasta los estados de Dakota del Norte y del Sur, surgió a partir de 1930 una economía basada en el cultivo de cereales y la cría de ganado. Esta economía extraía agua del acuífero de Ogallala, un vasto yacimiento subterráneo. Con el fin de satisfacer la demanda de agua potable, higiénica e industrial de una población cada vez mayor, algunas ciudades como Barcelona (España), Pekín (China) y la ciudad de México comenzaron a bombear aguas freáticas. Pekín y la ciudad de México comenzaron a hundirse lentamente a medida que se bombeaba gran parte de sus aguas subterráneas. Al agotarse el suministro de agua subterránea, estas dos ciudades se vieron obligadas a traer agua desde muy lejos. En el año 1999, la humanidad utilizaba 20 veces más agua corriente que en 1800.

No sólo ha aumentado la utilización de agua, sino que cada vez un mayor porcentaje de ésta quedaba contaminado por el aprovechamiento humano. Si bien la contaminación acuática venía existiendo ya desde hacía tiempo en las aguas fluviales que cruzan ciudades, como en el caso del Sena a su paso por la ciudad francesa de París, la era del combustible fósil ha modificado el alcance y la idiosincrasia de la contaminación acuática. La utilización del agua ha aumentado actualmente y existe una variedad mucho más amplia de sustancias contaminantes que enturbian las fuentes mundiales de suministro de agua. Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, la contaminación acuática ha sido principalmente biológica, ocasionada sobre todo por los desechos humanos y animales. Sin embargo, la industrialización introdujo un número incontable de sustancias químicas en las aguas del planeta, agravando así los problemas de la contaminación.

Esfuerzos para controlar la contaminación acuática

Hasta principios del siglo XX, la contaminación biológica de los lagos y ríos del mundo constituyó un problema desconcertante. Más adelante, los experimentos consistentes en filtrar y tratar químicamente las aguas dieron resultados positivos. En Europa y Norteamérica la depuración de las aguas residuales y el filtrado del agua lograron garantizar un suministro de agua más limpia e higiénica. En épocas tan recientes como la década de 1880 morían anualmente en la ciudad estadounidense de Chicago miles de personas por enfermedades de propagación acuática, tales como la fiebre tifoidea. Sin embargo, hacia 1920, el agua de Chicago ya no era portadora de ninguna enfermedad fatal. De todas formas, existen multitud de comunidades en todo el mundo, especialmente en países pobres como India y Nigeria, que no pueden económicamente invertir en tratamientos de aguas residuales y en instalaciones de filtrado.

Al igual que ocurrió con la contaminación atmosférica, la industrialización y los avances tecnológicos del siglo XX provocaron un número cada vez mayor de formas de contaminación acuática. Los científicos inventaron nuevos productos químicos que no existen en la naturaleza, algunas de las cuales resultaron ser de máxima utilidad en la industria de la fabricación y en la agricultura. Desgraciadamente, otras demostraron ser nocivos agentes contaminantes. A partir de 1960 las sustancias químicas denominadas bifenilos policlorados (PCB) hicieron aparición en las aguas de Norteamérica en cantidades peligrosas, devastando y deteriorando la

vida acuática y los seres vivos que se alimentan de dicha flora y fauna. A partir de 1970, las legislaciones norteamericana y europea consiguieron reducir notablemente la contaminación del aire o la del agua ocasionada por agentes aislados. Pero la contaminación no puntual, como los vertidos plagados de pesticidas procedentes de las tierras de labor, resultaba mucho más difícil de controlar. La contaminación acuática más grave se daba en los países más pobres donde seguía sin combatirse la contaminación biológica, al tiempo que la contaminación química ocasionada por la industria y la agricultura no hacía sino agravar la contaminación biológica. A finales del siglo XX China era probablemente el país más castigado por una enorme variedad de problemas de contaminación acuática.

Contaminación del suelo

Durante la era de los combustibles fósiles también la superficie de la Tierra ha experimentado una transformación notable. Las mismas sustancias que han contaminado el aire y el agua se encuentran a menudo latente en el suelo, a veces en concentraciones peligrosas que constituyen una amenaza para la salud humana. Si bien este tipo de situaciones sólo se solía dar en las proximidades de las industrias generadoras de residuos tóxicos, el problema de la salinización, normalmente asociado al regadío, estaba bastante más generalizado. Aunque el regadío siempre ha conllevado el riesgo de la destrucción del suelo al anegarlo y salinizarlo (posibles causas de la destrucción de la base agrícola de la antigua civilización de Mesopotamia en Oriente Próximo), los niveles de regadío modernos han intensificado este problema en todo el mundo. En la década de 1990 los campos devastados por la salinización iban siendo abandonados a medida que los ingenieros iban implantando el regadío en nuevas zonas. La salinización ha alcanzado su grado máximo en las zonas secas donde se produce una mayor evaporación, tales como México, Australia, Asia central y el suroeste de Estados Unidos.

La erosión del suelo causada por la actividad del hombre ya constituía un problema mucho antes de la salinización. La moderna erosión del terreno ha disminuido la productividad de la agricultura. Este problema conoció su mayor agravamiento durante el siglo XIX en los terrenos fronterizos abiertos a la colonización de los pioneros en países como Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda y Argentina. Los terrenos de pastos que jamás habían sido arados anteriormente comenzaron a sufrir la erosión del viento, que alcanzaba dimensiones desastrosas en tiempos de sequía, como ocurrió en la década de 1930 durante los tornados en Kansas y Oklahoma. La última destrucción importante de pastos vírgenes se produjo en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) durante la década de 1950, cuando el primer ministro Nikita Jruschov decidió convertir la zona norte de Kazajistán en un cinturón de trigo. Los combustibles fósiles desempeñaron también un papel crucial en esta época, ya que los ferrocarriles y los barcos de vapor transportaban el cereal y los ganados procedentes de estas zonas hasta los mercados más remotos.

Hacia finales del siglo XX los asentamientos de los pioneros se habían desplazado desde las llanuras de pastos hacia las regiones tropicales y forestales en las montañas. A partir de 1950 los agricultores de Asia, África y América Latina fueron colonizando cada vez más terrenos en los pequeños bosques cultivados. A menudo, dichos bosques, como los de Centroamérica y Filipinas, eran de tipo montañoso y recibían lluvias copiosas. Para poder cultivar estas tierras, los agricultores tuvieron que deforestar las laderas de las montañas, dejándolas expuestas a las lluvias torrenciales y haciéndolas vulnerables a la erosión del suelo. Este tipo de erosión arrasó las tierras en los Andes de Bolivia, el Himalaya nepalí y el norte de la India, así como las escarpadas zonas de Ruanda y Burundi. Las tierras yermas no hicieron sino endurecer la vida de los agricultores en estas y otras zonas.

El impacto de la erosión del suelo no acaba con la pérdida del suelo. El terreno erosionado no desaparece sin más, sino que se desliza ladera y aguas abajo, depositándose en algún otro lugar. A menudo esta tierra ha quedado almacenada en lugares poco apropiados, anegando embalses o cortando carreteras. Al cabo de muy pocos años de finalizada su construcción, algunas presas de Argelia y China han quedado inservibles al quedar obstruidas por la erosión del suelo originada aguas arriba.

Aun cuando el hombre moderno favorece, de manera voluntaria o involuntaria, la supervivencia de algunas especies, sin embargo amenaza otras muchas. La tecnología y los combustibles modernos han multiplicado notablemente la eficacia de la caza, hasta el punto de poner en peligro de extinción a animales como la ballena azul o el bisonte de Norteamérica. Otros muchos animales, en su mayor parte especies de los bosques tropicales, son víctimas de la destrucción de su hábitat natural. De manera bastante inadvertida, y casi involuntaria, la humanidad ha asumido un papel central en la determinación del destino de muchas especies y la salud de las aguas, el aire y el suelo de nuestro planeta. El ser humano desempeña, por consiguiente, un papel vital en la evolución biológica.

La historia del medio ambiente de los dos últimos siglos ha sido la de una tremenda transformación. En apenas 200 años la humanidad ha provocado una modificación más drástica en la Tierra que la ocurrida desde la aparición de la agricultura hace unos 10.000 años. El aire, el agua y el suelo de importancia vital para el hombre están en peligro; toda la trama de la vida depende de nuestros caprichos. A grandes rasgos, el hombre nunca ha gozado de tantos éxitos ni ha llevado una vida más placentera. La era de los combustibles fósiles está alterando la condición humana en algunos sentidos hasta ahora impensables. Pero el hecho de sí hemos comprendido este impacto, y de sí estamos dispuestos a aceptarlo, constituye un interrogante aún sin respuesta.