

EL AGUA

~~100/329~~

MIAMB
ollet
78

ollet 78
~~100/329~~

RH:
43.



Folleto 78

PUBLICACIONES MENEVEN



MARN
Centro de Documentación y
Divulgación Educativa
RECIBIDO
FECHA: 08-09-03
N° de Inventario: 00837



meneven

**Departamento
de Relaciones Públicas**

Introducción	5
El Agua. Sus características	6
El ciclo hidrológico	7
La contaminación	9
Algunas fuentes de contaminación de las aguas	11
Alternativas y soluciones	19
Bibliografía	23



El agua es una de las materias primas esenciales para la vida. Su participación en todos los procesos vitales es esencial y forma parte de la materia viva de todos los seres, en diferentes cantidades pero siempre en elevada proporción. Su presencia nos es tan familiar que pocas veces reparamos en la trascendencia de este compuesto inorgánico que llega a ser la sustancia sencilla más abundante de la biosfera.

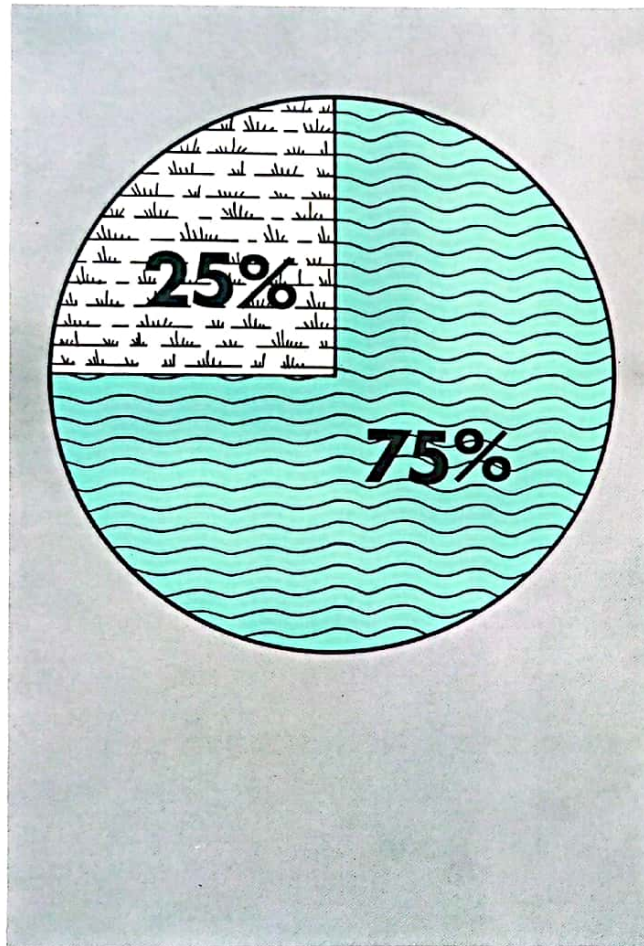
Sin embargo, no toda es aprovechable pues de los 1.500 millones de metros cúbicos que conforman el volumen total de agua en el mundo, los océanos y los mares (agua salada) constituyen el 97 % del total; del tres por ciento restante, tres cuartas partes están presentes en los casquetes polares y en los glaciares. Los porcentajes son contundentes, pero vamos un poco más allá para conocer de que manera utilizamos ese mínimo margen de agua dulce que nos brinda la naturaleza.

Por cada tonelada de tejido vivo, en cualquier forma que nos lo podamos imaginar, hombres, plantas o animales, se requieren 10 toneladas de agua. Para producir una tonelada de papel se necesitan 250 toneladas. El trigo y el algodón consumen 1.500 y 10.000 toneladas de agua, respectivamente, por cada tonelada de cosecha. La lista sería interminable, pero las cifras anteriormente citadas son demostrativas de la necesidad y la importancia que este singular compuesto tiene en el mantenimiento de la vida, en cada uno de los procesos biológicos y económicos de la tierra y las sociedades humanas.

El agua no escapa de la voracidad de la sociedad industrial contemporánea, hoy vemos cómo las reservas del líquido disminuyen en todos los países del orbe y cómo la que aún permanece es blanco de diferentes formas de contaminación. Los océanos fueron la cuna de la vida en nuestro planeta en una fascinante historia que se remonta a aproximadamente 600 millones de años; y durante 200 millones, la vida sólo se desarrolló en el agua para apenas alcanzar la tierra cuando las condiciones lo permitieron. Hoy nuestros mares están muriendo, obligando a la comunidad internacional a movilizarse para garantizar la supervivencia del planeta y de la humanidad con suficiente agua potable.

Para tener una idea aún más clara del problema bastará indicar que una población de 5.000 a 8.000 habitantes necesita para cubrir sus necesidades de alrededor de tres millones de litros de agua cada día. En apenas un año consumirá 1.095.000.000 litros.

No es por azar que las primeras ciudades que se establecieron en nuestro planeta lo hicieran a las márgenes de los ríos. Pero el hecho de asentarse allí, no garantiza de modo alguno la supervivencia: sus cuencas pueden ser destruidas y sus aguas convertirse en torrentes contaminados e inútiles.



Sus características

El agua es un compuesto simple excepcionalmente singular en casi todas sus propiedades físicas, lo cual le confiere propiedades químicas únicas. Es por ello que los investigadores han determinado que la importancia biológica del agua parte de estas particularidades fisicoquímicas.

Por ejemplo, el agua dentro de la temperatura que le permite permanecer en estado líquido es la más adecuada para los procesos biológicos. Al enfriarse se contrae como cualquier otra cosa, pero antes de llegar a la solidificación comienza a dilatarse hasta el punto de congelación. Es por ello que un bloque de hielo flota en el agua.

Además, el agua posee la propiedad de tener el mayor calor específico conocido entre los líquidos, y tiene la mayor conductividad térmica de todos los líquidos con la excepción del mercurio.

Su gran calor específico determina que el agua aumenta y disminuye su temperatura con muchísima lentitud. Esto lo podemos apreciar en el comportamiento de la temperatura del agua de las piscinas. A lo largo del día notamos que el suelo alrededor de ella sube rápidamente de temperatura mientras que el agua aún permanece fría.

Contrariamente, por la noche el agua está caliente mientras el suelo está frío. Este paulatino cambio de temperatura tiene una importancia ecológica fundamental.

Otra característica muy importante, que trataremos con mayor amplitud más adelante, es su particular estructura molecular, la cual permite que casi cualquier cosa pueda ser disuelta hasta cierto límite. Esta propiedad es la que determina que el agua líquida de la biosfera no sea químicamente pura, a diferencia del vapor de agua que

siempre lo es y del hielo que puede llegar a serlo.

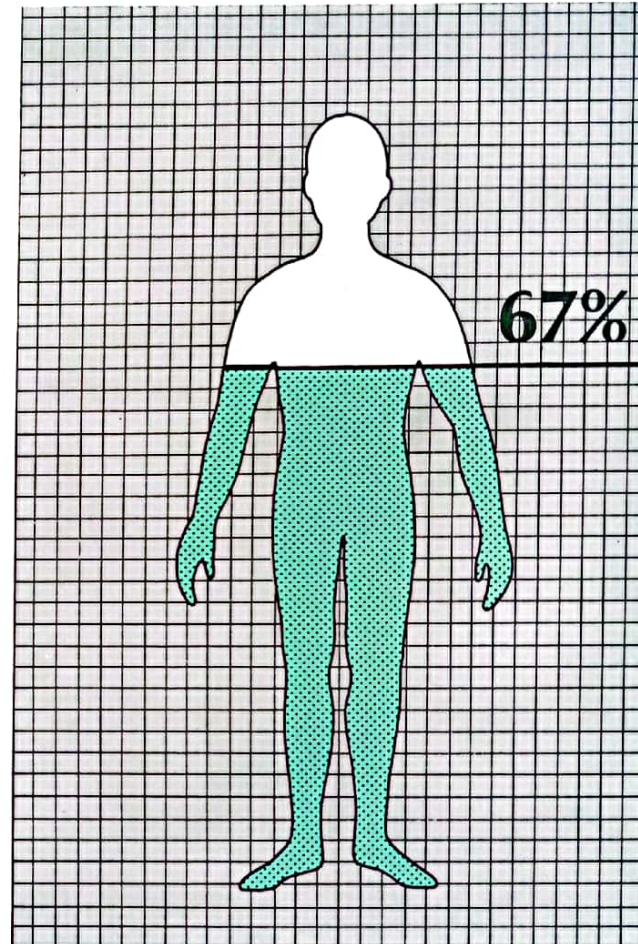
Por último, para no extendernos más sobre las características del agua, podríamos concluir considerando que el oxígeno necesario para el mantenimiento de la vida en nuestro planeta proviene especialmente del aire, del cual forma alrededor del 21 por ciento. Sin embargo, su origen último se encuentra en la descomposición de las moléculas de agua que se realiza gracias a la energía solar en la fotosíntesis.

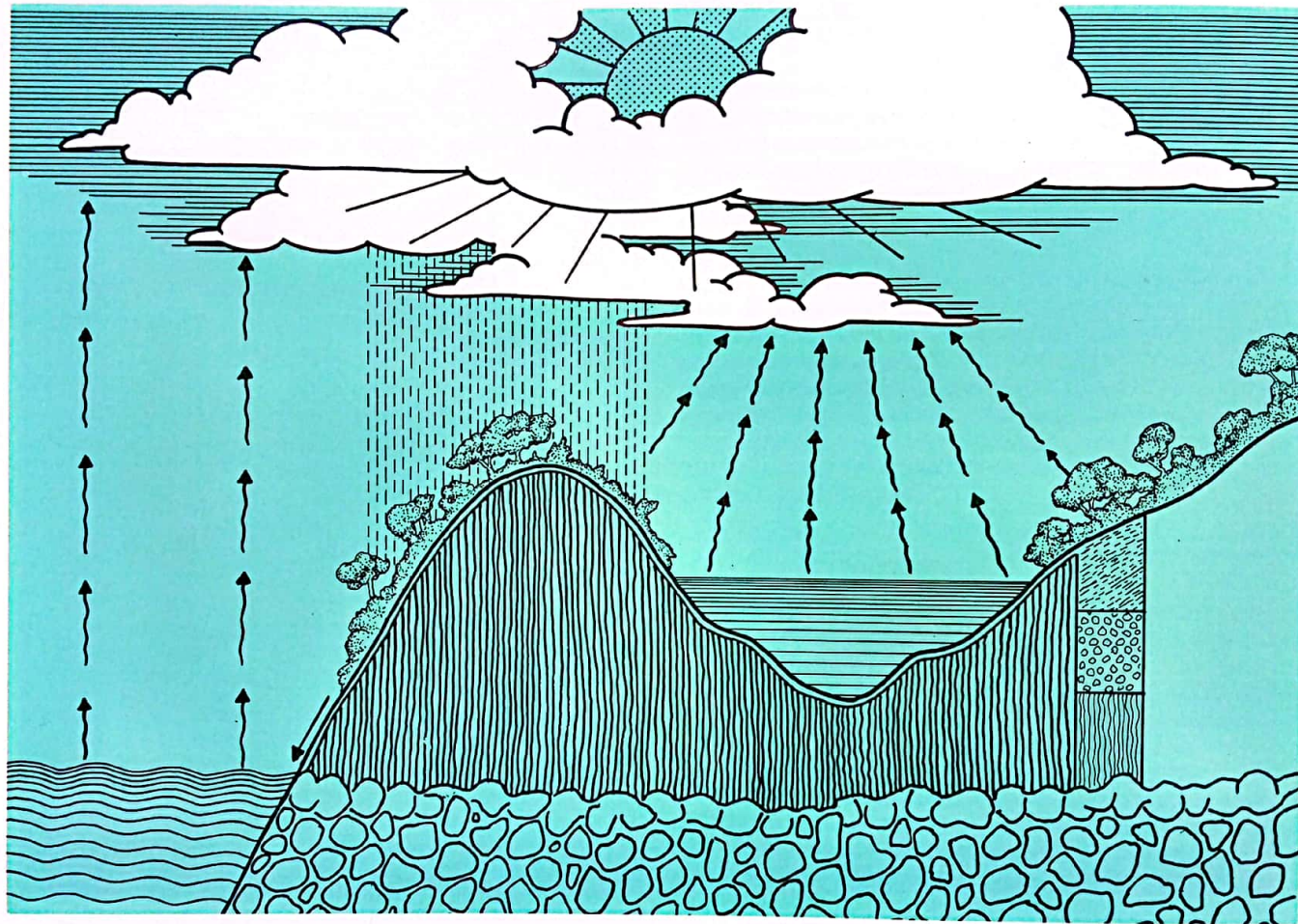
En este proceso intervienen mecanismos físicos, en la fijación de la energía solar, y químicos en la unión de dióxido de carbono con el agua para formar carbohidratos y compuestos bioquímicos más complejos. El agua interviene en dos formas en el metabolismo de las plantas: transitoria, como medio para el transporte de sustancias a los diferentes órganos; y como agente químico en las reacciones químicas de la fotosíntesis.

El ciclo hidrológico

En la naturaleza el agua se presenta en los tres estados físicos; vale decir, el vapor de agua en la atmósfera (gaseoso), los ríos, mares, etc. (líquido), y sólido en forma de hielo. Cada uno sin embargo forma parte de una unidad. Están ligados a un proceso continuo y permanente que se ha denominado el ciclo hidrológico.

El vapor de agua alcanza la atmósfera por evaporación, siendo los océanos su fuente principal. Luego abandona la atmósfera en forma de lluvia o nieve, pero la precipitación puede ocurrir a miles de kilómetros de su fuente o cerca de ella, puede retornar a los océanos o depositarse sobre tierra firme. El tiempo de estancia en la atmósfera puede





variar desde pocas horas a unas semanas, pero el promedio es de aproximadamente entre nueve y diez días. De la superficie terrestre, cerca de la mitad (casquetes de hielo, desiertos, montañas) contribuyen muy poco a la evaporación.

Cuando el agua se precipita al mar, el ciclo vuelve a iniciarse, pero cuando lo hace sobre la tierra firme el camino se hace más complejo. Una buena parte se deposita sobre las plantas, otra penetra en la tierra y es absorbida por las raíces y posteriormente transformada en vapor de agua por la transpiración. El proceso no se detiene allí.

El agua puede precipitarse sobre un área de tierra poco permeable y dar origen, por ejemplo, a pequeñas corrientes que formarán posteriormente pequeños riachuelos, luego quebradas y finalmente ríos que, dependiendo de los diferentes afluentes que tengan serán de mayor o menor caudal. Si la capa de tierra es muy permeable, esta se infiltrará hasta encontrar una capa impermeable donde, por efecto de la gravedad irá desplazándose hasta abruptamente aflorar en forma de manantiales, por ejemplo. Algunas corrientes subterráneas nunca alcanzan la superficie y conforman las denominadas aguas fósiles. En las altas cumbres, como nuestra cordillera de los Andes, la precipitación se produce en forma de hielo, escarcha o granizo motivada por las bajas temperaturas que allí se presentan. El deslizamiento de los glaciares que se forman va paulatinamente derritiendo el hielo y arrastrando al agua a regiones menos elevadas permitiéndole continuar su ciclo hidrológico.

Toda el agua precipitada sobre los continentes terminan irremediablemente en corrientes cada vez de mayor caudal hasta depositarse en los lagos, mares y océanos para esperar pacientemente la continuación del infinito e indetenible ciclo.

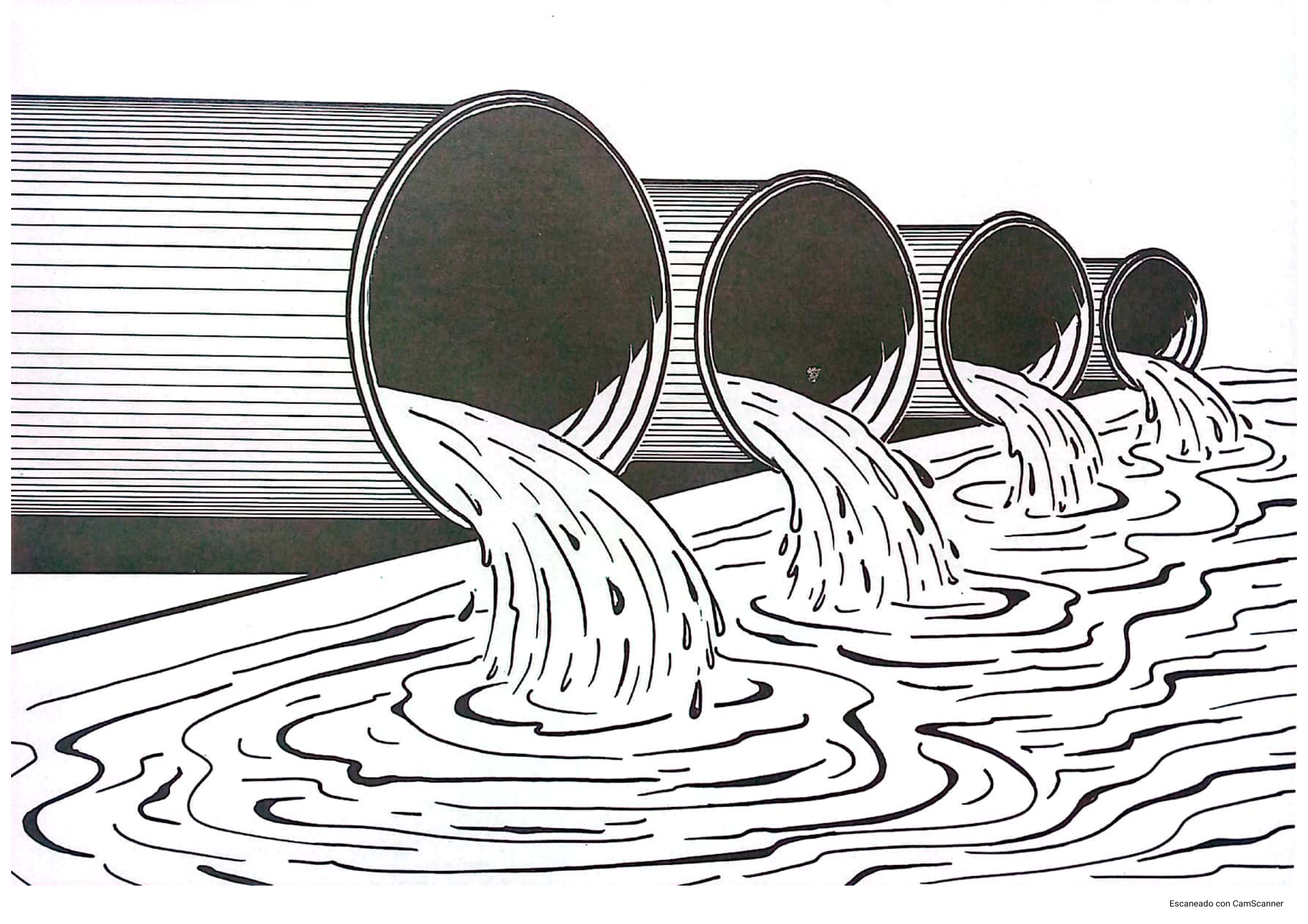
La contaminación

Por contaminación se entiende, en su manera más simple, como la presencia de materias extrañas en una sustancia que limitan su uso para determinados fines. Es la alteración de su pureza. Podríamos entender que el agua está representada por la fórmula H_2O , pero en la realidad la mayor parte del agua potable contiene sales disueltas, aunque sea en mínimas cantidades, y contribuyen a darle un característico sabor.

Así, la contaminación del agua es la adición de materia extraña perjudicial que deteriora la calidad del agua, la cual se puede definir como su propiedad para ser utilizada beneficiosamente para bebida de hombres y animales, como soporte de una vida acuática sana, para el regadío de la tierra y para recreo. La materia extraña puede ser inerte, como el plomo o el mercurio, o viva como los microorganismos.

Los líquidos ocupan una situación intermedia entre los gases y los sólidos en cuanto a la facilidad de contaminación. Ello se debe a su particular estructura molecular, ya que cuando las moléculas de un líquido cambian de lugar dejan un espacio vacío que puede ser ocupado por una molécula igual o de una sustancia extraña. El hielo, por ejemplo, puede contaminarse por la congelación de agua contaminada y no por contaminación del hielo puro.

Una de las consecuencias de las muy particulares propiedades físicas y químicas del agua es que acepta fácilmente la contaminación. Es el medio líquido universal para la materia viva y está expuesta en forma única a la contaminación de organismos vivos.



Cuando cae la lluvia o la nieve a la tierra va interceptando varios contaminantes suspendidos en la atmósfera, y al tocar el suelo contienen materia extraña como partículas de polvo, bióxido de carbono, microorganismos y polen. También podrán contener trazas de contaminantes de origen industrial tales como anhídrido sulfuroso, ácido sulfúrico o plaguicidas. Mientras el agua escurre por el suelo y se filtra en la tierra su carga de impurezas aumenta continuamente para ser depositadas finalmente en el mar, última parada de todas las impurezas arrastradas por el agua. Sin embargo, la concentración de materia disuelta en el mar aumenta muy lentamente debido a su enorme volumen.

Es de todos conocido que el agua para consumo debe estar exenta de sustancias químicas tóxicas y de organismos patógenos capaces de afectar la salud. Para ello el agua que se utiliza en las grandes ciudades ha sido procesada en plantas de tratamiento mediante el uso de diversas tecnologías para hacerla inocua. En cuanto a las sustancias químicas, se puede modificar la concentración de ellas, pero algunas son más difíciles de controlar, como es el caso de los detergentes sintéticos y los plaguicidas

Algunas fuentes de contaminación de las aguas

El auge tecnológico ha permitido el desarrollo de un gran espectro de contaminantes los cuales han alterado, y lo continúan haciendo, el equilibrio ecológico de nuestro planeta. El agua, como ya hemos visto, es extremadamente sensible a los contaminantes y nuestro país no escapa a este grave problema que exige soluciones a muy corto plazo. Entre las muchas fuentes de contaminación

analizaremos la producida por los biocidas, los fertilizantes, la descarga de aguas residuales, los detergentes, el fenómeno de la "lluvia ácida", la térmica y la industrial.





Los Plaguicidas

El término plaguicida comprende a cualquier elemento o compuesto químico sintetizado o de origen natural utilizado para el control y eliminación de pestes o plagas que atacan los cultivos. Se usa para matar roedores, artrópodos, hongos, protozoos, plantas superiores, nemátodos y diversas formas microscópicas de vida. Se han clasificado de acuerdo a su composición y estructura química en organoclorados, organofosforados y carbamatos. Los hay orgánicos naturales como rotenona, piretro y nicotina; y los inorgánicos como los arsenicales, mercuriales, boratos y fluoruros. Tanto los plaguicidas como muchos de los solventes utilizados conjuntamente con ellos son tóxicos, y las combinaciones de algunos aumentan considerablemente su toxicidad.

La mayor parte de las sustancias químicas de origen natural son biodegradables; es decir, son susceptibles a la descomposición. La mayoría de los insecticidas químicos son sintéticos. Algunos tienen similitud a los compuestos de origen natural para ser fácilmente biodegradables, y otros lo hacen más o menos rápidamente. La mitad de la sustancia química aplicada inicialmente a un sistema agrícola se descompone en el transcurso de algunas semanas y el resto en pocos meses. Por el contrario, la persistencia de organoclorados se mide por años, y en algunas áreas se ha descubierto DDT y otro similar en cantidades considerables 15 años después de un solo rociado.

Esta persistencia constituye un grave problema ecológico ya que con el rociado continuo se va acumulando el insecticida en el medio ambiente.

Todos los plaguicidas tienen un alto potencial de transferencia que les permite fácilmente llegar a los sistemas

Por ejemplo, cuando la capa de humus de la tierra es muy delgada o no existe, los fertilizantes sobre ella aplicados se escurren con facilidad con las aguas y van a caer en los cuerpos de agua. Dicho proceso agrava la contaminación del recurso al alimentar algas y placton que, al desarrollarse en exceso, alteran los ecosistemas acuáticos.

La contribución urbana

Las materias nutritivas contaminan el agua porque sirven de alimento a los microorganismos que, al multiplicarse, exigen mayor cantidad de oxígeno y al agotarlo hacen imposible la vida de otras especies. El agua no contaminada es por consiguiente rica en oxígeno disuelto y pobre en elementos nutritivos que aceleren su consumo. Se ha calculado que los niveles favorables son de 8 miligramos de oxígeno disuelto por litro y una demanda bioquímica de oxígeno que no supere los 2 miligramos por litro; pero cuando se descargan las aguas negras de una ciudad en un río no contaminado, su alto contenido nutritivo produce un aumento instantáneo en la demanda de oxígeno. Los desechos orgánicos no son los que precisamente matan a los peces, sino la ausencia de oxígeno disuelto.

Al continuar el río su curso va paulatinamente recuperando oxígeno de la atmósfera y se va autopurificando; pero si en el camino sufre nuevas descargas de aguas negras, antes de purificarse, se crea una corriente continua de aguas contaminadas de aspecto y olor sumamente desagradable. Este es el caso de nuestro río Guaire, en la capital. En los lagos la situación es más compleja y grave por cuanto la afluencia de elementos contaminantes siempre es mayor que su posibilidad de regeneración. Es lo que se ha

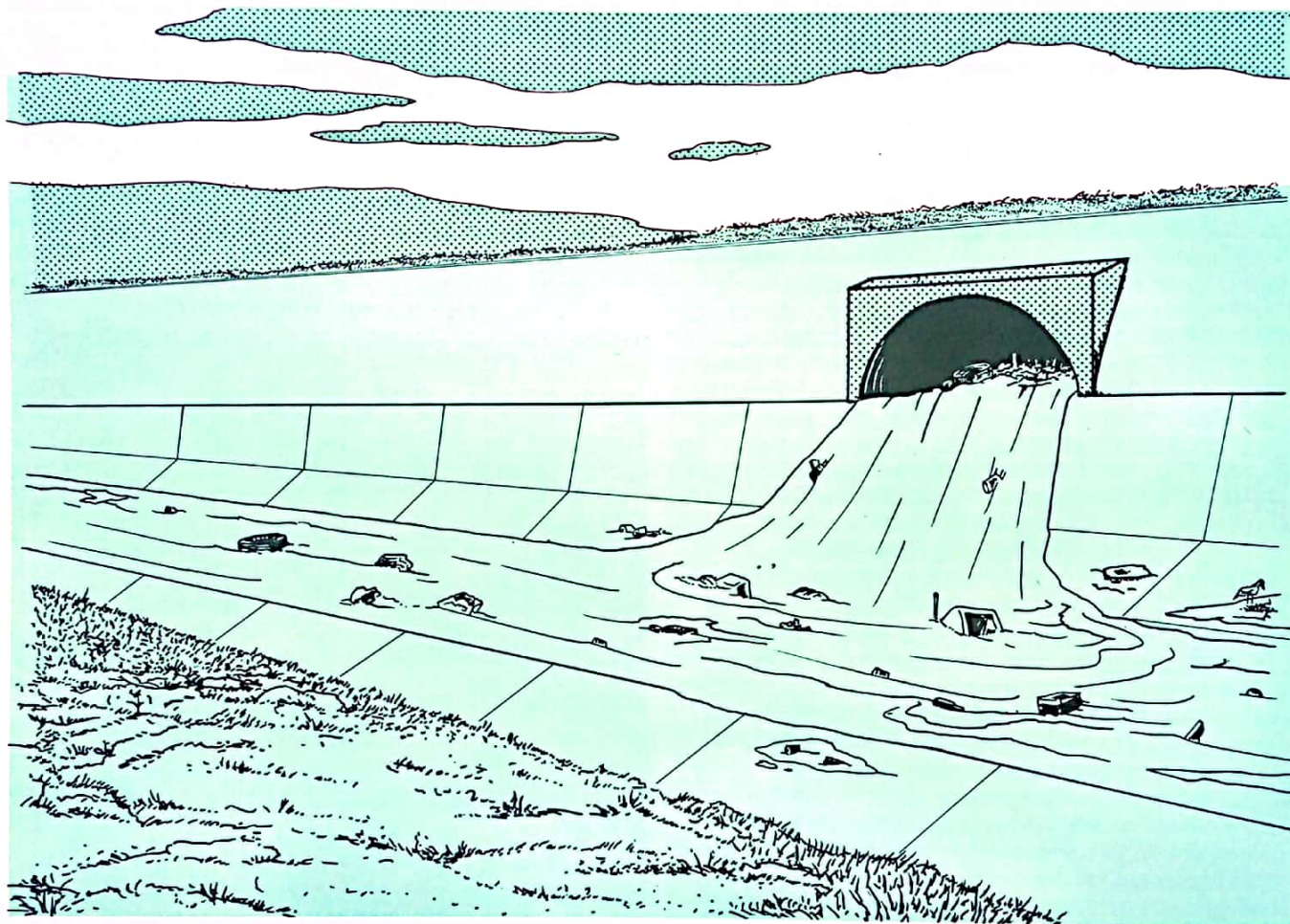
denominado eutroficación: el enriquecimiento de una extensión de agua con elementos nutritivos con el deterioro consiguiente de su calidad.

El empleo de los detergentes sintéticos modernos ha contribuido en los últimos años a la sobrealimentación de algas por cuanto sus aditivos suelen incluir fosfatos, que como vimos se utiliza en fertilizantes. Este compuesto no abunda en las aguas naturales y esta relativa ausencia es la que contribuye a evitar la proliferación de las algas. Si los elementos nutritivos se hacen suficientemente abundantes, las algas crecen y rápidamente cubren la superficie del agua; y al morir se produce la descomposición bacteriana la cual necesita un alto consumo de oxígeno en detrimento de otras formas de vida.

En nuestro país, el Ministerio del Ambiente y el de Fomento resolvieron en el año 1979 que a partir del 1o. de julio de 1982 las empresas fabricantes de detergentes deberían producir en el país sus productos con una formulación biodegradable para asegurar una adecuada protección al ambiente.

La cuota industrial

El desarrollo industrial ha permitido que la humanidad alcance niveles de bienestar nunca antes imaginados, pero su actividad genera una gran diversidad de productos de desecho que en buena parte son descargados en las aguas. Algunos son compuestos orgánicos biodegradables y otras sustancias no lo son. Entre estas últimas está uno de los venenos más conocido como lo es el plomo y el arsénico. El primero es acumulativo, si su concentración sobrepasa los niveles permitidos puede causar serias enfermedades e incluso la muerte. En cuanto al arsénico,



pese a que se encuentra en forma natural, su toxicidad aumenta según su concentración, al igual que el plomo. Otro elemento que ha sido objeto de agrias discusiones es el mercurio, el cual es el único elemento que puede mantenerse en estado líquido a temperaturas que podríamos llamar normales. El más importante caso de contaminación aguda por mercurio ocurrió en Japón hace cerca de treinta años cuando los habitantes de la bahía de Minamata fueron afectados por una enfermedad que les producía debilitamiento muscular, afecciones en la visión, retraso mental, parálisis y muerte. Investigaciones minuciosas del problema determinaron que el problema residía en la alta concentración de mercurio en los peces de la bahía, producto de las descargas del metal de una fábrica de materiales plásticos. En nuestro país ha sido objeto de rigurosos estudios por parte de los científicos, las descargas de la petroquímica de Morón, donde se han detectado altas concentraciones de mercurio. También han sido señalados como contaminantes industriales del agua a compuestos de otros metales como cobre, cadmio, plata y cromo. Para todos, la Organización Mundial de la Salud ha estimado límites para su concentración en las aguas potables.

Existe otra fuente de contaminación de las aguas como la ocasionada por los derrames petroleros, el cual algunos han estimado en aproximadamente 10 millones de toneladas anuales. Sus principales fuentes son la ruptura de oleoductos o choques de gran magnitud en estaciones industriales de transferencia y almacenamiento del petróleo, la descarga de petróleo de desecho industrial directamente al océano o a ríos y estuarios, los derrames regulares desde barcos, las colisiones y naufragios de los buques petroleros, los derrames y filtraciones de instalaciones de perforación y bombeo costa afuera y por la



filtración atribuible a causas naturales.

Como consecuencia de la contaminación del agua por derrames petroleros, las aves marinas pierden la habilidad del vuelo al recubrirse sus plumas de petróleo. La acción detergente elimina la capacidad de repeler el agua de su plumaje causándole la muerte por ahogamiento, inanición o congelamiento. Si ingieren petróleo al alimentarse o al intentar limpiarse con sus picos pueden resultar intoxicados. En las plantas, el petróleo puede retardar su crecimiento a lo largo de las costas, y puede ser altamente tóxico si su concentración es muy elevada por un largo período. Por otra parte, el petróleo es particularmente tóxico para los invertebrados que obtienen su alimento por la filtración del agua de mar ya que carecen de movilidad para evitarla. En líneas generales, el petróleo crudo está compuesto por hidrocarburos de punto de fusión bajo, hidrocarburos de elevado punto de fusión y olefinas, hidrocarburos aromáticos e impurezas inorgánicas, tales como nitrógeno, oxígeno, azufre y otros compuestos metálicos. Algunos de sus componentes pueden ser evaporados rápidamente si las condiciones lo permiten, otra parte es utilizado por algunas bacterias como sustrato proliferando rápidamente y descomponiéndolo; y el resto persiste como residuo.

La lluvia ácida

En los últimos años se ha incrementado el uso de combustibles fósiles, como el petróleo y sus derivados, en vehículos automotores, plantas termoeléctricas y en la industria aumentando las descargas a la atmósfera de óxidos de azufre y nitrógeno. Estos compuestos pueden reaccionar con la humedad del aire y transformarse en ácido sulfúrico y ácido nítrico. Cuando cae la lluvia sobre la

tierra arrastra también estos elementos dando origen a lo que se ha denominado la "lluvia ácida". En el proceso influyen varios factores, como el tiempo de permanencia de estas sustancias en la atmósfera antes de que reaccionen con la humedad o sean neutralizados, la distancia que los contaminantes pueden recorrer por la acción del viento y por último, las precipitaciones, su distribución, cantidad y frecuencia.

La "lluvia ácida" es un fenómeno muy complejo e incluso se puede dar el caso de producirse en un país causada por la emisión de contaminantes en otro. Ella afecta la vida de los lagos y ríos, y en Noruega la población de peces ha disminuido gradualmente desde el año 1960, al punto que el salmón ha desaparecido en los ríos del sur. La acidificación del agua causa descalcificación en los peces y no pueden producir huevos. Los suelos también reaccionan con los ácidos disolviendo los metales, y por la acción del escurrimiento llega hasta las vías de agua cargadas de elementos tóxicos, y además, acelera el empobrecimiento de los suelos.

Otro de sus efectos es el daño que está causando a las estatuas de mármol de Europa y Estados Unidos, donde la contaminación del aire ha formado una especie de costra, al combinarse el dióxido de azufre con la calcita, recubriendo totalmente la pieza. Al caer la "lluvia ácida" la costra se desprende y expone mármol nuevo a la acción de los contaminantes. Metales como el bronce y el acero también sufren el poder corrosivo de este fenómeno.

La contaminación térmica

Es otra forma de contaminación industrial, ocasionada por

el funcionamiento de plantas termoeléctricas, tanto las que utilizan como combustibles petróleo o gas, o las que requieren energía nuclear. Los generadores son accionados por turbinas que operan con vapor de agua, el cual es condensado para iniciar de nuevo el ciclo. Los condensadores utilizan agua fría que proviene de una fuente natural, como los ríos o el mar, y luego son descargadas a su origen pero a mayores temperaturas. Todos los ecosistemas acuáticos son particularmente sensibles a los cambios de temperatura y por ello cualquier trastorno afecta el sistema en su totalidad. Por ejemplo, en la costa se puede ocasionar daños considerables a las praderas de la fanerógama marina llamada Talasia, donde se protegen las larvas del camarón y donde algunos peces se alimentan y se esconden en su follaje. Además juega un importante papel en la preservación de la línea de la costa por cuanto se va acumulando una gruesa capa de sedimentos y previene la erosión costera. Por otra parte, gran cantidad de huevos, larvas y otros organismos del plancton son eliminados por la alta temperatura.

Alternativas y soluciones

La primera actitud a tomar es adquirir conocimiento de los cambios en los ecosistemas que están originando la creciente contaminación en el ambiente, porque todos están estrechamente viculados. Afectar la composición natural del aire o del agua, en conjunto o por separado, afecta finalmente al equilibrio ecológico en su totalidad. Esta toma de conciencia nos obliga a exigir y exigirnos la posibilidad de vivir en un ambiente limpio y equilibrado, en integración con la naturaleza mediante una justa interdependencia.



El blanco último de la contaminación es el ser humano. La humanidad deberá ser más responsable en el desarrollo de nuevas tecnologías para evitar que éstas causen impactos perjudiciales en los ecosistemas, evitando que no ocurra como en la actualidad cuando se invierten grandes cantidades de esfuerzo y dinero para desarrollar tecnologías que impidan el deterioro ambiental que otras tecnologías causaron o están causando.

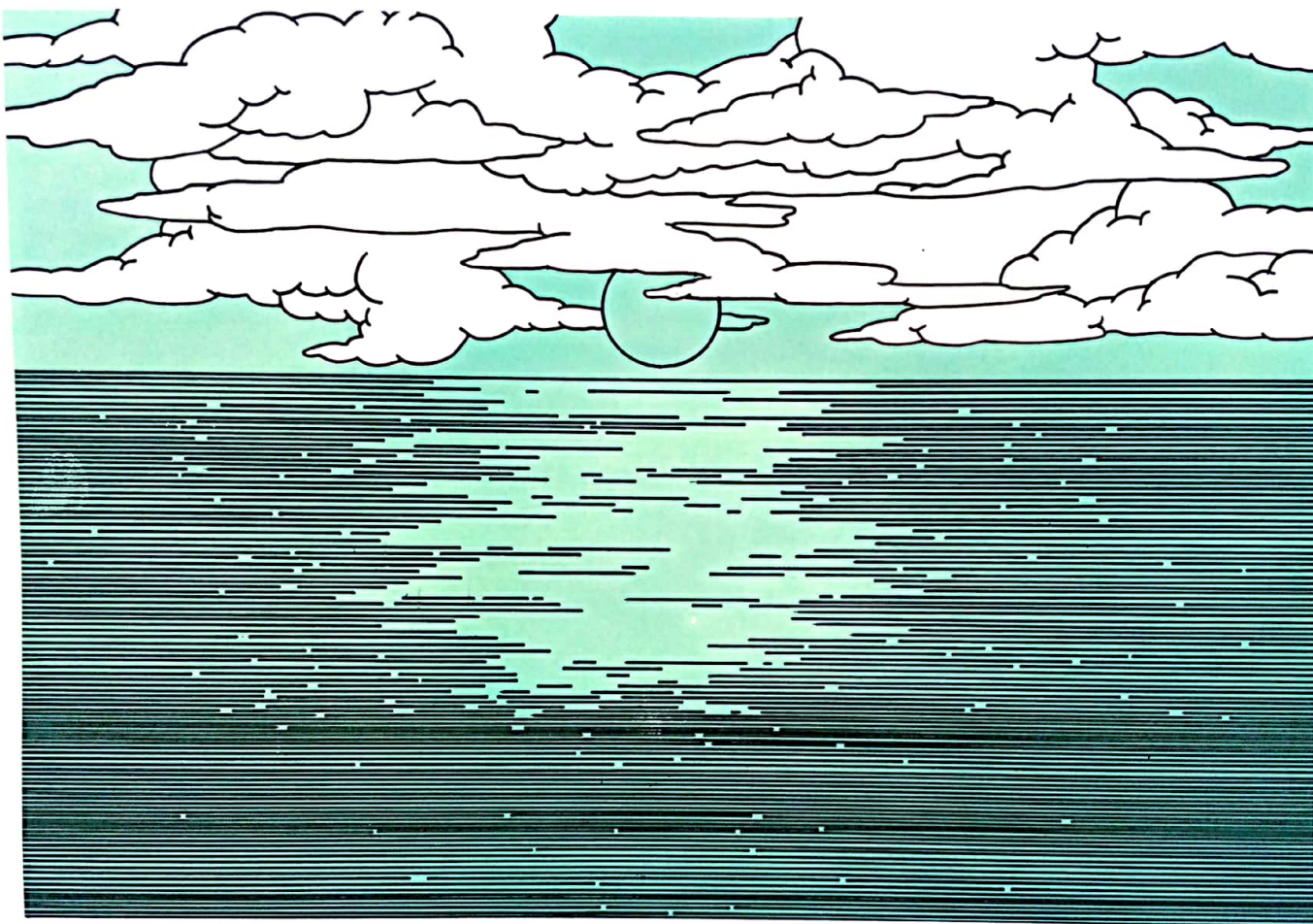
El uso indiscriminado de plaguicidas está siendo cada vez mejor controlado por los gobiernos concientes de su peligrosidad. Paralelamente se están planteando los científicos, y de hecho se está aplicando aunque de manera restringida, el llamado control biológico que consiste en la utilización de todos aquellos enemigos naturales de los insectos, como hongos, bacterias, e incluso otros insectos, para ejercer el control de población de plagas. Otra opción es el uso de feromonas, sustancias segregadas por un insecto que influye sobre el comportamiento de otros insectos de la misma especie. La creciente necesidad de producir mayores cantidades de alimentos para satisfacer la necesidad de la población mundial ha servido como justificativo para la utilización de enormes cantidades de pesticidas y fertilizantes químicos. En cuanto a éstos últimos, ya vimos la forma como actúa en la naturaleza. Algunas de las alternativas planteadas ha sido el regreso a la rotación de cultivos y a programas masivos de fertilización natural mediante la reutilización de los desechos.

Las aguas residuales urbanas e industriales pueden recibir tratamiento adecuado antes de ser descargadas a los ríos, lagos y mares para minimizar su impacto. En la actualidad diversas tecnologías se están utilizando en algunos países, tales como las lagunas de estabilización. Sus

características varían de acuerdo a la composición de los desechos. Por otra parte, la única manera confiable de combatir la contaminación del agua por parte de los detergentes es limitar su uso es decir, usarlos en las cantidades recomendadas y no exagerar su utilización. La contaminación por petróleo es reducida al evitar la descarga del lastre de los tanqueros al mar si su concentración es mayor a los 100 miligramos por litro; y de hacerlo, deberá descargarla en instalaciones especiales ubicadas en tierra firme para su adecuado tratamiento. De ocurrir un derrame, la industria petrolera cuenta con sistemas de contención, como las barreras flotantes, entre otras muy eficientes, evitando que el petróleo se extienda y facilitando su recuperación. Existen también reactivos químicos que gelatinizan el petróleo, y para removerlo se utilizan las desnatadoras, las cuales separan y almacenan petróleo.

La "lluvia ácida" podría ser controlada disminuyendo o eliminando totalmente la descarga de sustancias tóxicas a la atmósfera; y en cuanto a la contaminación térmica, es posible eliminarla desarrollando sistemas cerrados para el reuso del agua destinada para el enfriamiento de los condensadores.

Un cambio radical en la conducta del hombre hacia la naturaleza es poco probable pero no imposible. La lucha por una vida mejor comienza todos los días.



Bibliografía

QUIMICA Y ECOSFERA:

Varios Autores. A. Blume Ediciones. Madrid 1976.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACION LEGAL Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS AGUAS:

André Doudelet y Marco Matute. Coplanarh. Caracas 1976.

REVISTAS AMBIENTE:

Número 4 - 1981/Número 2 - 1982.

TRATADO DE ECOLOGIA:

Turk, Turk,, Wittes y Wittes. Editorial Interamericana. México 1976.

LAGUNAS DE ESTABILIZACION:

Armando Cubillos. Cidiat. Mérida 1981.

EL HOMBRE Y LA ECOSFERA:

Varios Autores. Selecciones de Scientific American. Editorial Blume. Madrid 1975.





meneven

**Filial de Petróleos
de Venezuela S. A.**