

Calidad del agua

En la sección anterior vimos que aunque la cantidad potencial de agua que puede ser utilizada parece grande, en realidad no lo es, ya que el dinero y trabajo que tendríamos que invertir en traerla, o los impactos ambientales que acarrearía tal acción son tan altos que, para fines prácticos, no son una opción viable en estos momentos. Así pues, desalar el agua de mar (o sea quitarle el exceso de sales), traer agua congelada de los polos o explotar acuíferos muy profundos no son en estos momentos la solución para satisfacer las necesidades de agua más frecuentes de las poblaciones urbanas, de la agricultura y de la industria.

La problemática de la disponibilidad de agua se agrava si consideramos que mucha de la que podríamos utilizar no tiene las características que requerimos o bien está contaminada. El problema de la mala calidad del agua por efecto de la contaminación puede ser lo que nos lleve a sufrir una severa escasez en los próximos años.

Antes de describir cómo estamos en cuanto a la contaminación del agua, primero revisemos cuales son los factores que determinan la calidad del agua, y cómo se determina si el agua es de buena o mala calidad.

Calidad del agua y contaminación

Si estás sediento y te ofrecen un vaso con agua turbia, café o verdosa, seguro que no la tomarías argumentando que está sucia, contaminada o es

de mala calidad, te podríamos apostar que pocos se atreverían a contradecirte (y menos aún, a tomársela en tu lugar). Es posible que el agua que te ofrecieron tiene algo de arcilla (partículas menores a 0.002 milímetros que forman parte del suelo) porque no fue filtrada adecuadamente o porque las tuberías por las que fue transportada estaban dañadas y el agua entró en contacto con el suelo. Aunque no sería recomendable que la bebiéramos, un agua con estas características podría ser utilizada sin ningún problema para labores agrícolas; en otras palabras, si la usas para regar una planta no estarías con el pendiente de que se va a enfermar o morir. Con este ejemplo lo que te queremos decir es que la calidad del agua no es un criterio absoluto sino que dependiendo del uso que se le pretenda dar se puede calificar como de buena o mala calidad.

Independientemente de su uso, la calidad del agua radica principalmente en los materiales y sustancias que lleva disueltos o en suspensión y los organismos que ahí se encuentran. Esto significa que para determinar la calidad del agua necesitamos conocer algunas características que afectan su posible uso como, por ejemplo, el oxígeno que tiene disuelto, la cantidad de partículas suspendidas, la cantidad y tipo de sales disueltas, la presencia y concentración de compuestos tóxicos y las bacterias y otros tipos de microorganismos.

Cuando el agua contiene materias extrañas, como microorganismos, productos químicos,

4.15

Origen de la contaminación en los cuerpos de agua dulce

Contaminación biológica



Por lo general se produce por microorganismos como bacterias, virus y protozoarios.

Contaminación química



Por lo general, se produce por metales pesados, detergentes, fertilizantes y plaguicidas.

residuos industriales o domésticos que alteran sus características naturales se dice que está contaminada (Figura 4.15).

Debido a que los ríos y lagos frecuentemente se encuentran en las "partes bajas" de las cuencas, es fácil imaginarse que la calidad del agua que tienen depende, en gran parte, de los usos que se les da a

Contaminación física

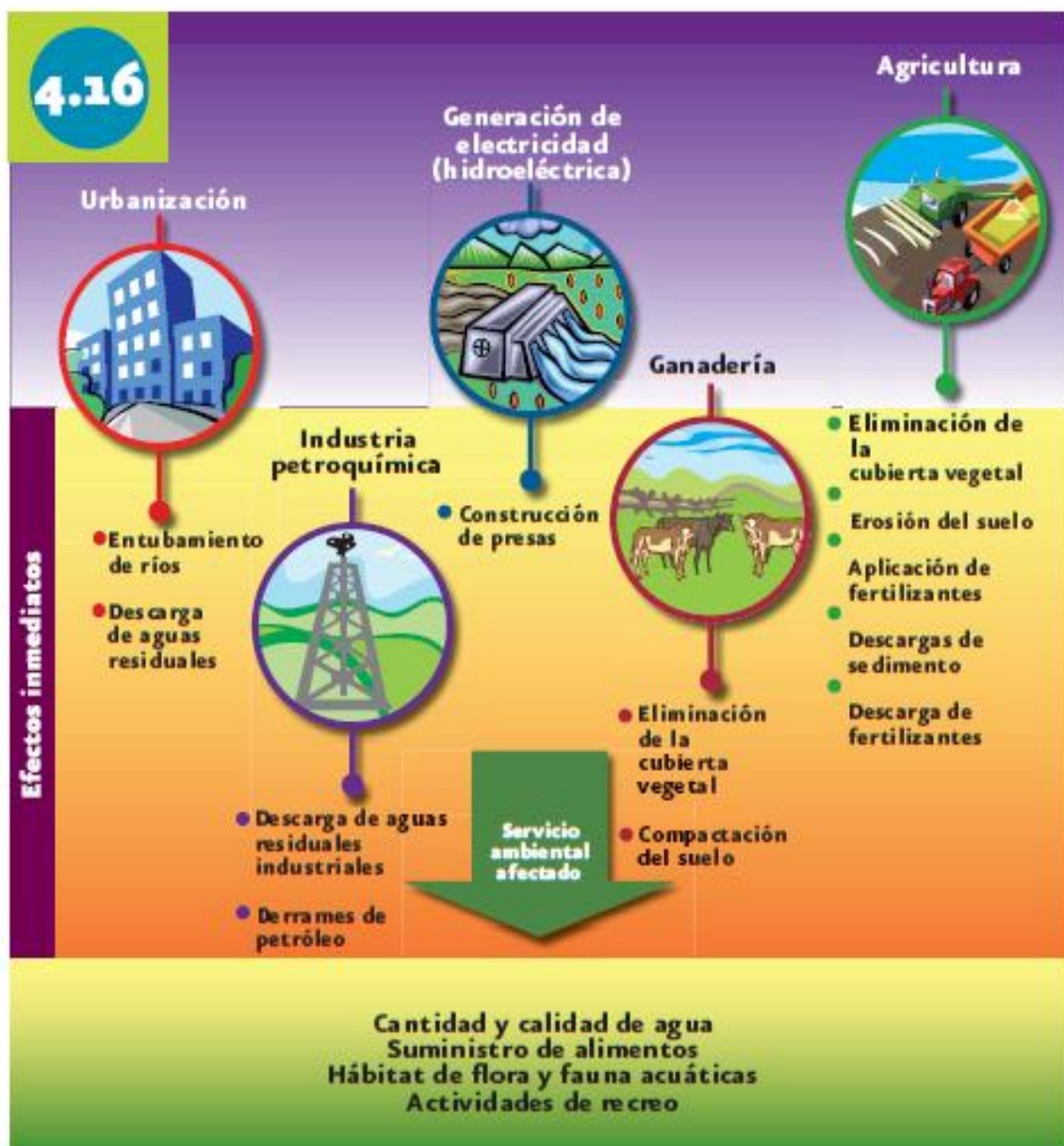


Es producto de desechos sólidos que se vierten en las aguas, envases, plástico y tierra.

los terrenos que se encuentran alrededor y de los desechos que directamente echan las fábricas y los sistemas de drenaje de las ciudades y pueblos cercanos (Ver recuadro Las cuencas hidroclógicas y la Figura 4.16).

El fenómeno de la contaminación del agua no es nuevo pues ha acompañado al hombre en toda su historia. Sin embargo, el deterioro más severo y extendido de los ríos y lagos del mundo se ha dado a partir del siglo XVIII con el inicio de la revolución industrial y la implantación de una variedad de procesos de transformación que empleaban grandes volúmenes de agua y, en consecuencia, también generaban enormes cantidades de agua de desecho que contaminaba los ríos y lagos donde se vertía. En ese entonces la prioridad era incrementar la producción y muy poca atención se le prestaba a los daños que ocasionaban al ambiente. Desde entonces se veía a los ríos y lagos como enormes depósitos donde se podían echar sin problema sus desechos y a que se los llevaba lejos (para el caso de los ríos) o bien, se diluían y descomponían de manera natural.

4.16



Desafortunadamente podemos llenar hojas y hojas con ejemplos de ríos y lagos con problemas de contaminación en todo el mundo. Los ríos Amarillo en China, el Ganges en la India y el Amur Daria en Asia Central son quizá los ejemplos que en muchos libros se describen como los casos típicos y graves de contaminación, pero en México también tenemos casos de los que no podemos

sentirnos nada orgullosos. Además de los ríos que alguna vez corrieron por el valle de México y que ahora están convertidos en canales de desagüe, ciertas zonas de los ríos Lerma y Santiago en el centro del país, el Pánuco, el Balsas y el Río Tijuana son buenos ejemplos de los muchos ríos y lagos mexicanos que tienen serios problemas con la calidad de sus aguas (Figura 4.17).

4.17



¿Cómo evaluamos la calidad del agua?

Como la calidad del agua depende del uso que se le pretende dar, resulta complicado definir una forma única de medir su calidad. En general se puede hablar de dos métodos: los que utilizan como referencia parámetros físicos y químicos, y los que emplean algunos atributos biológicos como especies indicadoras o características de los ecosistemas naturales que permiten evaluar que tan alterado se encuentra un cierto cuerpo de agua.

Los métodos más utilizados, principalmente por su facilidad y su aplicación más general son los basados en parámetros físicos y químicos como, por ejemplo, la concentración de oxígeno disuelto, la concentración de compuestos con nitrógeno y fósforo (como los nitratos y los fosfatos) y el contenido de materiales tóxicos como los

metales pesados. De uso más reciente son los llamados indicadores biológicos que utilizan ya sea especies individuales o bien comunidades completas, bajo la premisa de que los indicadores biológicos -como los peces, invertebrados, algas y protozoarios- son capaces de detectar y responder a los cambios de diversas variables ambientales -no sólo químicas-, que resultan en la degradación de los recursos acuáticos.

Quizá si has tenido un acuario en tu casa, te habrás enfrentado a la situación de que tus peces se mueren o enferman cuando las "condiciones ambientales" del acuario se modificaron porque le agregaste algo indebido, no le cambiaste el agua a tiempo, no controlaste bien la temperatura o una combinación de todas ellas. Esto te muestra claramente que los organismos pueden responder a pequeños cambios que afectan su ecosistema y que pueden ser utilizados como indicadores biológicos.

Uno de los atributos de los indicadores biológicos es que los organismos son capaces de responder a la contaminación intermitente (como derrames accidentales), misma que pudiera ser pasada por alto en un programa de toma de muestras químicas; pueden también integrar los efectos de varios contaminantes simultáneamente y además son capaces de responder a la aparición de elementos contaminantes nuevos e insospechados.

Si tenemos toda esta información, ¿por qué entonces no contamos con un sistema de monitoreo biológico en nuestros ríos y lagos? La respuesta es que, además de ser más caro, los indicadores son específicos para cada cuerpo de agua, por lo que se deben hacer estudios detallados para definirlos y encontrar cuáles son las mejores especies indicadoras. Este es uno de los muchos temas en que gobierno, universidades y centros de investigación tienen que trabajar de manera conjunta.

En nuestro país la evaluación de la calidad del agua se realiza por medio de la Red Nacional de Monitoreo (RNM), que cuenta con 620 estaciones en ríos, lagos, lagunas costeras y acuíferos. En cada estación se cuantifican parámetros físicos, químicos y biológicos que sirven para evaluar la calidad del agua. Los tres indicadores más

utilizados son: la concentración de coliformes fecales, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la concentración de fosfatos y de nitratos, ya que todos ellos están muy relacionados con las principales fuentes de contaminación de las aguas en nuestro país.

Un factor de presión muy importante para la calidad del agua son las descargas de aguas residuales utilizadas para las labores de limpieza y servicios sanitarios provenientes de las áreas urbanas y rurales. El indicador de contaminación asociado a estas descargas es la presencia de un grupo de bacterias conocidas como coliformes. Las coliformes se introducen en gran número al medio ambiente a través de las heces de humanos y animales, por tal motivo suele considerarse que la mayoría de las coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal.

Aunque su presencia no indica forzosamente contaminación fecal, ya que existen también bacterias coliformes de vida libre, se considera que su ausencia es un buen indicador de que el agua es bacteriológicamente segura.

En la Figura 4.18 podrás observar la calidad del agua en los sitios monitoreados para los diferentes contaminantes en el país. Aunque parece que a México le dió viruela por tantos puntitos rojos no es tal, aunque en cierta forma nos muestra la magnitud y la distribución de los problemas de contaminación, ya que esos puntos representan sitios donde la calidad del agua no es aceptable por problemas de contaminación.

Escherichia coli fue descubierta por el bacteriólogo alemán Theodor von Escherich en 1860, quien la bautizó como *Bacterium coli* ("bacteria del intestino", del griego *κόλον*, *kolon*, "intestino"). Posteriormente, la microbiología sistemática nombraría el género *Escherichia* en honor a su descubridor.

Las coliformes son un grupo de bacterias que abundan en el tracto intestinal humano y de otros animales de sangre caliente.

Cotaminantes en aguas superficiales en México, 2006

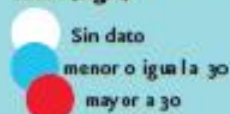
4.18

Concentración promedio anual (NMP/100 mL)



a) Coliformes fecales

Concentración promedio anual (mg/L)



b) Demanda bioquímica de oxígeno

Concentración promedio anual (mg/L)



c) Fosfato total

Concentración promedio anual (mg/L)



d) Nitrato total

— Límite de las regiones hidrológico-administrativas

— Ríos principales

En el año de 2006 cerca de 60% de los cuerpos de agua monitoreados mostraron una concentración promedio de coliformes que los clasificarían como agua no apta para consumo humano, lo que implica, entre otras cosas, que para que esta agua pueda ser utilizada para este fin deberá recibir un proceso de tratamiento y desinfección para mejorar su calidad (Figura 4.18a).

Los desechos producidos por las actividades industriales, como los de la industria azucarera, la química, la petrolera, la metalúrgica y la que procesa el papel son otros factores que afectan la calidad del agua. La contaminación que producen, se evalúa de manera indirecta a través de la medición de la cantidad de oxígeno (llamada demanda bioquímica de oxígeno o DBO) que se requiere para la degradación biológica de los contaminantes orgánicos presentes (Figura 4.18b). Si en un cuerpo de agua hay desechos orgánicos también habrá bacterias trabajando para descomponerlos, proceso que requiere oxígeno. Una mayor demanda de oxígeno indica una mayor contaminación de productos orgánicos.

Frecuentemente se reporta junto a la DBO, la demanda química de oxígeno (DQO) que mide también contaminación no orgánica, ya que evalúa la cantidad de oxígeno necesaria para degradar también compuestos no biodegradables por bacterias. La relación entre los dos parámetros además de servirnos para evaluar la contaminación del agua, permite saber la posible fuente de contaminación, pues las aguas con desechos industriales suelen tener una mayor concentración de compuestos no biodegradables. Aunque menos frecuente que la contaminación por coliformes, una cantidad importante de ríos y lagos del país tiene problemas de contaminación por desechos orgánicos.

Otra fuente de contaminación muy importante son los desechos que se originan por las actividades agropecuarias, principalmente los agroquímicos (como los fertilizantes y plaguicidas) que son arrastrados por el agua hacia los ríos y lagos, así

como las aguas que se desechan de las granjas donde se cultivan peces y camarones. Esta agua lleva una cantidad importante de nitratos y fosfatos (Figuras 4.18c y d) que provocan, entre otras cosas, el fenómeno conocido como “eutrofización”, que se caracteriza por un crecimiento desmedido de las algas, que “agotan” o disminuyen el oxígeno disponible en el agua al grado tal que pueden provocar la muerte de peces y otros organismos que ahí habitan (Figura 4.19). En 2006 cerca de dos terceras partes de los cuerpos de agua monitoreados (Figuras 4.18c y d) mostraron concentraciones de estas sales superiores a lo que se considera como límite para prevenir el desarrollo de especies biológicas indeseables y la eutrofización acelerada de ríos y arroyos.

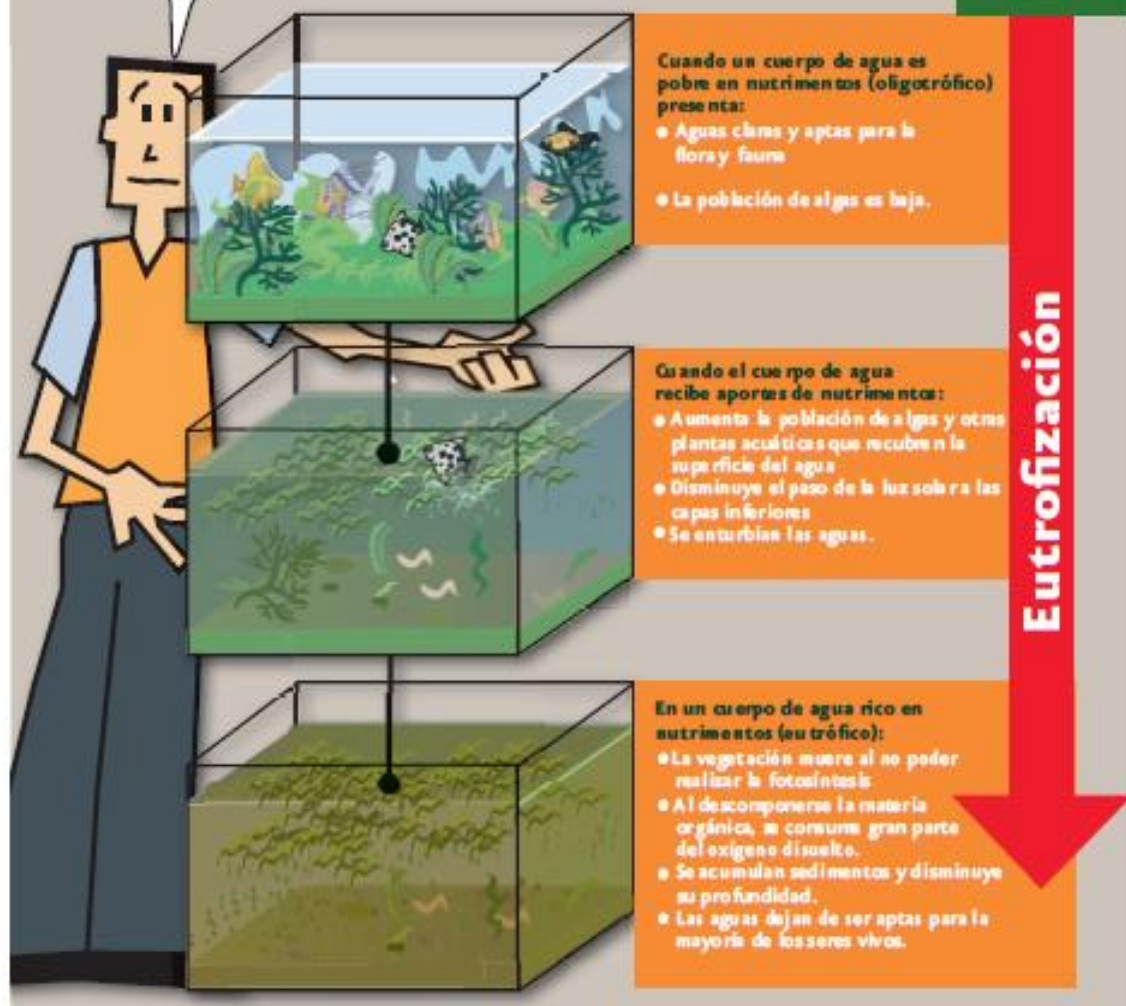
Calidad del agua en zonas costeras y marinas

En México, podemos disfrutar de playas muy diversas, desde las del Caribe con sus grandes barreras arrecifales coralinas hasta las del Pacífico como las que son testigo de la procesión de las grandes ballenas grises que año con año regresan a las lagunas ancestrales. Desafortunadamente asociado a esta belleza natural, ahora las aguas costeras y marinas también enfrentan problemas de contaminación que ponen en peligro, no sólo su atractivo, sino también su funcionalidad como ecosistema.

Quizá has visto en la televisión o cuando vas de vacaciones a la playa la nada recomendable práctica de arrojar basura y toda clase de desechos por la borda de los barcos. Si sólo fuera un barco tal vez no habría problemas, pero si sumamos lo de todos los barcos, incluidos los que procesan alimentos en altamar; buques petroleros que llenan sus tanques con agua para mantener su estabilidad cuando navegan y arrojan esa agua con restos de petróleo al mar para recibir más cargamento; y los muy conocidos derrames accidentales de petróleo y otros químicos la situación ya es más que preocupante.

Los desechos domésticos, urbanos, agrícolas y pecuarios se pueden acumular en los cuerpos de agua superficiales, provocando su eutrofización.

4.19



Además, en la temporada de lluvias el mar recibe toda el agua que escurre de las tierras cercanas (que le dan ese color achocolatado), la cual pudo haber disuelto o arrastrado basura o químicos como los fertilizantes (Figura 4.20). Se ha estimado que las actividades terrestres son responsables de alrededor de 70% de la contaminación presente en los mares.

En nuestro país -como en muchos otros- se tenía la idea de que una de las cualidades de los mares era la de ser el reservorio "seguro" para arrojar nuestros desechos ya que la concentración de contaminantes se diluiría hasta niveles inofensivos. Esta idea no estaba del todo infundada ya que efectivamente los cuerpos de agua tienen una gran capacidad para degradar y mineralizar gran



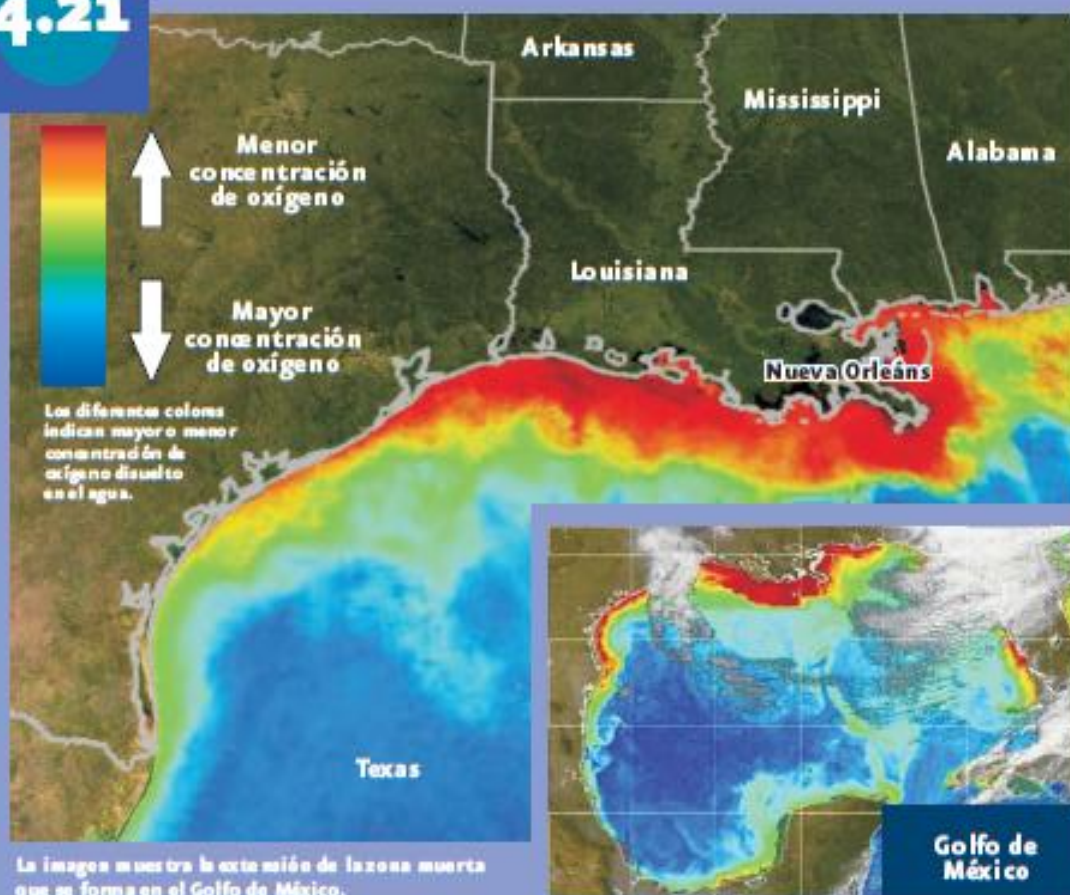
cantidad de los contaminantes que se vierten en ellos. Sin embargo, los microorganismos que realizan la degradación no son unos superhéroes que todo degradan y requieren de tiempo para procesar los desechos que si pueden degradar. Si la descarga de contaminantes rebasa los tiempos de degradación, se da un fenómeno de acumulación de contaminantes que incluso pueden alcanzar niveles tóxicos para los mismos organismos degradadores.

A tal grado ha llegado la contaminación en algunos mares del mundo que desde hace algunos años han aparecido las llamadas zonas muertas. Estas

zonas son porciones de mares prácticamente sin oxígeno ni vida animal y vegetal producto de un desmedido crecimiento de algas marinas que consumen el oxígeno del agua. Las zonas muertas más importantes se ubican en los mares Adriático, Báltico y Negro, situados en Europa. Pero en América, particularmente en el Golfo de México tenemos una de las más importantes (Figura 4.21). Si bien nuestro país contribuye a la contaminación del Golfo a través de los ríos que en él desembocan es justo decir que la principal responsable de su formación es la enorme cantidad de suelo y compuestos químicos que lleva el río Mississippi.

4.21

Zona muerta del Golfo de México



A pesar de la importancia del problema de la contaminación en los mares y costas en México, no tenemos evaluaciones confiables sobre la calidad de esta agua. Hace cerca de 10 años el Instituto Nacional de Ecología y la entonces Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) presentaron un trabajo donde se recopiló la información disponible de la calidad de ambientes costeros en el país. No obstante que el mismo estudio menciona que no había información suficiente, las conclusiones no fueron optimistas. Se encontró evidencias de contaminación por

compuestos orgánicos e hidrocarburos (petróleo) y metales pesados en varias zonas marinas del país y prácticamente en todos los casos examinados se detectó contaminación por coliformes fecales y sedimentos.

Muchos de los contaminantes que llegan al mar pueden generar efectos negativos en la salud humana, dependiendo de su concentración y del tiempo de exposición. Los daños más comunes por nadar en aguas contaminadas son las enfermedades gastrointestinales, irritación en

la piel e infecciones en los ojos y oídos. Por lo general estas infecciones no son graves, pero la industria del turismo puede verse afectada debido a que la calidad del agua de las playas no es apta para los visitantes.

Desde hace algunos años se implementó un programa para monitorear la calidad del agua en los principales destinos turísticos de playa en México. Aunque al principio este programa recibió muchas críticas, sobre todo de los hoteleros y el sector turismo en general porque ahuyentaba a los turistas, a la larga se ha visto su utilidad e importancia.

Para monitorear la calidad del agua en las playas mexicanas se utilizan organismos indicadores que muestran su grado de contaminación y el riesgo de nadar en ellas. Los enterococos son microorganismos que se encuentran normalmente

en el tracto gastrointestinal del hombre y los animales de sangre caliente. Estas bacterias son excretadas en las heces, por lo que su presencia en el ambiente indica una probable contaminación de origen fecal. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, si las aguas tienen entre 201 y 500 enterococos en 100 mililitros de agua se consideran no recomendables para uso recreativo, mientras que valores mayores a 500 enterococos representan riesgo sanitario.

Durante el periodo 2003-2006, se revisó la calidad del agua en poco más de 200 playas: 95% de las muestras resultaron con niveles de enterococos aceptables y el restante 5% tuvieron niveles no recomendables para uso recreativo (Figura 4.22 y 4.23). No está de más sugerirte para tus próximas vacaciones a la playa, es revisar los resultados del sitio que visitarás para ver si es seguro y evitar situaciones desagradables (Figura 4.24).



4.23

No recomendables

Calidad del agua de mar según resultados del monitoreo de enterococos en el agua en el período de 2003-2006.

Aceptables, sin riesgo

95%

5%

4.24

Si deseas conocer la calidad del agua en distintos destinos turísticos, visita la página <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/playas.aspx>



¿Qué hacemos para enfrentar el problema de la contaminación del agua?

Después de haber leído páginas y páginas donde te presentamos un panorama poco alentador sobre la calidad del agua en el mundo y nuestro país no te faltarán razones para preguntarte ¿y qué estamos haciendo para resolver este problema?

Si te pidieran que te unieras a una protesta exigiendo que las ciudades e industrias ya no arrojen agua contaminada a los ríos y lagos, seguro que no te faltarían motivos para aceptar. Sin embargo, más allá de estos buenos motivos es necesario que sepas que cualquier solución a este problema no es inmediata y que las diferentes medidas que se tomen seguramente no les gustaran a todos. Por ejemplo, en nuestro país, solamente las áreas urbanas generan unos 255 m³ por segundo de agua residual (8.05 km³ por año), es decir, un volumen mayor que el descargado al Golfo de México por el río Bravo cada año o aproximadamente la totalidad del agua que puede almacenar el lago de Chapala, el más grande de México. Como en nuestro país no existe la capacidad de tratar este volumen, una de las formas de disminuir el agua contaminada que arrojamos a los ríos y lagos es reducir nuestro consumo, en tanto construimos más plantas de tratamiento que la dejen con una calidad aceptable antes de verterla a los cuerpos de agua naturales.

En general, el problema de la contaminación del agua podríamos atacarlo de tres formas:

* Disminuyendo la cantidad de agua residual y la concentración de contaminantes que contienen.

* Reduciendo los contaminantes que llevan las aguas antes de ser vertidas a los ríos, lagos y

mares a través de un tratamiento que los retenga o elimine.

* Cuidando que los ríos, lagos y mares se mantengan en buenas condiciones para que puedan de manera natural procesar una buena parte de los desechos que son vertidos en ellos.

Más temprano que tarde vamos a tener que reducir la cantidad de agua que usamos para nuestras labores diarias. Desafortunadamente una práctica común ha sido utilizarla indiscriminadamente, porque la cantidad que pagamos por ella es menor que la inversión para adquirir equipos o desarrollar infraestructura para ahorrarla. Mientras a un agricultor, industrial o usuario ciudadano le salga más barato comprar el agua que modificar su tecnología para hacer un uso más eficiente de ella, no le va a preocupar ahorrar agua.

Para resolver el problema del abasto del agua debemos tener una actitud solidaria con la sociedad. Si esperamos a que el vecino actúe para hacerlo no vamos a llegar a ninguna parte. También debemos considerar que por diversos motivos no todos tenemos el mismo acceso al agua ni la capacidad de pagarla, lo cual no debe interpretarse como un derecho a desperdiciarla. Por ejemplo, las personas que no tienen acceso directo al agua pagan mucho más que los que disponen de ella a través del sistema de agua potable de la ciudad. Por darte un dato que ilustra esta situación, en la Ciudad de México el metro cúbico de agua abastecido por la red de agua potable cuesta unos tres pesos, pero si la compramos a una pipa, que es frecuentemente la única forma de obtenerla en las zonas marginadas que no cuentan con servicios públicos, costaría entre 10 y 50 veces más.

23% de sus aguas residuales, considerando los dos tipos de descarga: municipales e industriales. Los datos precisos son que en nuestro país se generan al año 8.03 km³ de agua residual proveniente de las ciudades y 5.62 km³ de agua de otras fuentes, principalmente las desechadas por la industria. De este enorme caudal, sólo tratamos 36% de las aguas residuales municipales y 15% de las industriales (Figura 4.26).

Según algunas estimaciones, en 20 años la cantidad de agua residual de los municipios se incrementó 60%, la de las industrias 272% y la de la agricultura 170%. Aunque el número de plantas de tratamiento de agua para desechos municipales e industriales en México se incrementó en casi siete veces en ese mismo periodo (de 399 a 2 709), en términos de volumen tratado seguimos muy por debajo de las necesidades del país.

