

LA CONTAMINACION MARINA Y LA URGENCIA DE SU LEGISLACIÓN

Alfonso V. Botello*

La contaminación marina se define como "la introducción, directa o indirecta, de sustancias o energéticos en el medio marino (incluyendo los estuarios), la cual acaba por dañar los recursos vivos, poner en peligro a la salud humana, alterar las actividades marinas –entre ellas la pesca– y reducir el valor recreativo y la calidad del agua del mar" (Joint Group of Experts on the Scientifics of Marine Pollution, 1972).

El interés del hombre por el mar se centra principalmente en sus recursos, pues alberga gran cantidad de organismos que son una valiosa fuente de alimentos, fármacos y energéticos. Por lo mismo, el mar ha sido y es el escenario de una productiva actividad: la pesca.

El mar cubre el 71% de la superficie de la tierra, tiene 2.7 km de espesor y 1 400 000 km³ que se distribuyen en toda la superficie terrestre. La magnitud de estas cifras ha contribuido al mito de que el mar tiene una capacidad de dilución infinita y que, por lo tanto, puede servir como un gigantesco vertedero para todos los desechos producidos por el hombre. Este mito estaría justificado si los desechos se dispersaran y diluyeran instantáneamente, pero en el mar los procesos físicos no actúan tan rápido, de manera que en algunas zonas los desechos se pueden acumular y, en consecuencia, dañar al medio.

Actualmente sabemos que no es posible usar el mar como un vertedero de capacidad ilimitada, ya que se pueden originar serios problemas si esto sucediera. Así, la contaminación por aguas residuales ha obligado a cerrar los bancos costeros productores de ostras, ya que contienen gran cantidad de bacterias que pueden transmitir enfermedades que en ocasiones resultan mortales al hombre mismo.

En el océano se encuentran muchos tipos de contaminantes; algunos desechos industriales y municipales le llegan por medio de los ríos, otros se descargan directamente en el océano abierto. Los ríos también transportan contaminantes de la minería, de la agricultura y de otras actividades humanas. Los insecticidas, los metales tóxicos y los productos radioactivos llegan al océano principalmente por la interacción de éste y la atmósfera, o en algunos casos son vertidos directamente como desechos industriales. En muchas zonas locales, al igual que en las regiones del mar Mediterráneo y el mar Báltico se han registrado casos graves de contaminación marina. Hay más contaminación en las zonas costeras y estuarinas que en el océano abierto, por lo cual muchas de ellas han perdido los organismos biológicos que antes las habitaban; además, durante las últimas décadas sus condiciones químicas han cambiado drásticamente de oxidantes a reductoras.

* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

De la superficie total de los océanos, se calcula que las aguas costeras hasta el borde de la plataforma continental constituyen solamente el 10% y sin embargo, el 99% de la captura mundial de peces procede de esas áreas y de las zonas de surgencia.

En lo que se refiere a la protección de los recursos vivos marinos, y ésta es una consideración bastante esencial en la lucha contra la contaminación, es evidente que debe prestarse primordial atención a la zona costera.

El interés por estudiar y evaluar la contaminación y los efectos de las actividades humanas en las áreas costeras y estuarinas nació de la observación de una serie de hechos alarmantes que presentaremos a continuación: el incremento de los derrames petroleros y la presencia de breas y alquitranes en la superficie del mar y de las playas cercanas a las principales rutas de transporte; las altas concentraciones de metales tóxicos en peces y organismos marinos de importancia comercial; y la amplia distribución de residuos de hidrocarburos organoclorados en los organismos marinos de diferentes regiones geográficas del mar.

Asimismo, la región costera tiene una gran cantidad de usos y sirve para diversas actividades humanas relacionadas con la alimentación, la energía, el transporte, la recreación y el urbanismo.

Como ecosistema, la zona costera es altamente productiva y compleja, ecológicamente estable, pero frágil y con numerosas fronteras.

Desde los ángulos económico y sociopolítico, la zona costera es extremadamente valiosa. Sus usos humanos han sido diversos, aunque desgraciadamente muchos de ellos han provocado efectos negativos.

México posee extensas áreas de lagunas costeras y estuarios en el Pacífico, Golfo de México y Caribe, siendo de capital importancia para el país, ya que representan su principal y más perdurable rasgo geográfico y un patrimonio cultural y económico de gran trascendencia.

La zona costera es patrimonio cultural porque históricamente las sociedades humanas han buscado áreas costeras semicerradas para establecerse, navegar, obtener recursos naturales y depositar los desechos de sus actividades biológicas (materiales orgánicos y domésticos), sociales e industriales (plaguicidas, metales pesados, hidrocarburos, fósiles, radioactividad, plantas termoeléctricas, etc.), siendo también patrimonio económico, ya que de ellas se extraen abundantes recursos biológicos pesqueros, pero de cuyo uso y mala administración se han provocado problemas locales con consecuencias sociales, económicas y ecológicas que pueden tornarse irreversibles.

Tipos de contaminantes que se hallan en el mar

Los contaminantes del medio marino se pueden dividir en naturales y artificiales. Los primeros incluyen componentes no refinados del petróleo, metales pesados como el mercurio y el cadmio, y sustancias nutrientes derivadas del nitrógeno y del fósforo. El flujo de estos compuestos en el medio marino se ha incrementado por la intervención del hombre, y se ha complicado el estudio de su comportamiento por la necesidad de distinguir entre las concentraciones naturales y las que han resultado de las actividades humanas. Además, las concentraciones varían significativamente de acuerdo con el tiempo y el lugar.

Los contaminantes artificiales son aquellos que han sido sintetizados por el hombre –algunos productos refinados del petróleo, hidrocarburos halogenados como el dicloro difenil tricloroetano (DDT) y los bifenilos policlorinados (PCB), plásticos, detergentes y elementos radioactivos. Debido a que no forman parte de las concentraciones naturales que se encuentran en el mar, su sola presencia en los estuarios y en las zonas costeras es una señal contundente de contaminación.

Este amplio grupo de contaminantes es, por regla general, más persistente y quizás más peligroso, ya que los ecosistemas no son capaces de utilizarlo, degradarlo o reciclarlo.

Los desechos orgánicos provienen de las industrias alimentarias y enlatadoras de los productores de grasas y margarinas, de los ingenios azucareros de las industrias cerveceras y de las destilerías. Las fábricas de papel, de plásticos y textiles, las curtidurías y las industrias fotográficas producen desechos orgánicos e inorgánicos. Las industrias mineras, metalúrgicas y de explosivos producen exclusivamente desechos inorgánicos.

Los problemas de contaminación causados por los desechos inorgánicos en los depósitos de agua dulce ya han sido investigados. Sin embargo, en el caso de las zonas costeras y de los estuarios hace falta un mejor conocimiento de la residencia temporal de los contaminantes en las comunidades biológicas, en la columna de agua y en los sedimentos.

Cuando se vierten los desechos inorgánicos –ácidos, álcalis, cloruros, sulfuros y sales de metales pesados en el medio marino, cambian de manera drástica las condiciones naturales de la cuenca receptora. Los organismos bioacumulan metales (cobre, zinc, arsénico y mercurio), lo cual puede producir su propia muerte a la de sus consumidores (como sucedió en la bahía de Minamata, en Japón). En el medio costero estos desechos se precipitan, se floculan o sedimentan y reducen drásticamente la transparencia de las aguas, aumentando así la concentración de sólidos suspendidos.

Desechos radioactivos

La contaminación por desechos radioactivos es quizá de los problemas más discutidos e investigados en la actualidad. La Agencia Internacional de Energía Atómica en Viena y los comités mundiales dedicados al estudio de la contaminación han establecido reglas para su control, debido a los graves efectos que producen en las condiciones genéticas y en los procesos biológicos de los organismos marinos.

Los análisis recientes demuestran que en los organismos que habitan en las zonas costeras –el mejillón, el ostión, la almeja, el fitoplancton y algunas especies de algas bénticas– existen elementos radioactivos, tales como el 238 Pu, el 239 Pu y el 90 Sr. Esto constituye una prueba definitiva de que constantemente están llegando desechos radioactivos a las costas, y de que los organismos marinos los bioacumulan.

Hidrocarburos fósiles

La contaminación marina por petróleo y sus derivados es un problema que ha despertado el interés de la comunidad científica, sobre todo después de los grandes derrames de los buques-tanques como el de Torrey Canyon en Inglaterra, el Tampico Maru, en las costas de Baja California, el Amoco Cadiz en las de Bretaña, Francia y recientemente el pozo Ixtoc-I, en el Golfo de México. Además la presencia de hidrocarburos fósiles en el medio marino ya es evidente –no es difícil encontrar breas y alquitranes en las playas o flotando en las capas superficiales del mar– y se debe a que se abusa del petróleo como principal fuente de energía.

Las principales fuentes de hidrocarburos fósiles en el océano y en las zonas costeras son las siguientes sustancias generadas por actividades humanas: hidrocarburos biogénicos naturales producidos por organismos marinos, e hidrocarburos que fluyen por el fondo del océano.

El plancton dispersa y consume los componentes del petróleo que se encuentran en el mar y en las costas. De esta manera los componentes pasan a formar parte de las cadenas alimenticias de los organismos bentónicos que los bioacumulan, o de los sedimentos marinos en los que permanecen por un periodo largo, ya que allí los procesos de degradación y de transformación son muy lentos. Una vez dispersos, el petróleo y sus derivados producen efectos nocivos en los organismos marinos, sobre todo si el tiempo de exposición es largo y la concentración alta. El petróleo también daña la vegetación marina, ya que en altas concentraciones inhibe la fotosíntesis. Esto es muy grave, pues los vegetales desempeñan un papel fundamental en la producción primaria, que es la base de la economía energética de los ecosistemas costeros y marinos.

Metales pesados

Ha aumentado considerablemente la cantidad de metales pesados en los estuarios y en las costas como consecuencia de las actividades humanas. Sin embargo, es difícil evaluar el nivel de toxicidad que producen en el medio marino, ya que sus concentraciones naturales, además de ser poco conocidas, varían en aguas no contaminadas. Además no se conocen suficientemente los factores que determinan su destino final en las aguas.

Sus fuentes "culturales" están generalmente relacionadas con los fenómenos de erosión que resultan del uso intensivo de los suelos y de la descarga de desechos domésticos e industriales.

Debido a que las descargas se han llevado a cabo desde hace mucho tiempo, y sin ninguna regulación, el conocimiento de sus volúmenes, su composición y su distribución en las zonas costeras es muy limitado. Además, los posibles efectos, a corto y a largo plazo, de las descargas –a través de emisores submarinos– de metales pesados en las zonas costeras son causa de gran preocupación, pues su regulación trae consigo muchos problemas, debido a que no se conocen los factores que determinan su destino en los océanos.

También hace falta cuantificar los efectos semiletales de los metales pesados en los sistemas vivos. Se puede anticipar una serie de alteraciones fisiológicas: desórdenes neurofisiológicos, cambios en la actividad enzimática, efectos teratogénicos, mutagénicos y carcinogénicos, desarrollo de parásitos y enfermedades, fallas en la reproducción y otros trastornos celulares.

La acumulación de metales pesados en los organismos acuáticos es un riesgo para la salud humana. Las tragedias de Minamata y Niigata (Japón) son pruebas elocuentes del grado de toxicidad de algunos metales pesados. Aunque se han tratado de establecer regulaciones basadas en los efectos de dichos metales en los organismos acuáticos, los conocimientos actuales son muy escasos.

Plaguicidas y compuestos organoclorados

La historia de los plaguicidas muestra con toda claridad el gran poder que ha adquirida la tecnología en este siglo. La aplicación y la amplia distribución de los plaguicidas prometían erradicar enfermedades como la malaria, el tifo y el paludismo; además, al proteger las cosechas aseguraban la alimentación de muchos pueblos. Sin embargo, actualmente casi toda la Tierra se encuentra contaminada por plaguicidas.

De la misma manera, investigaciones realizadas en *áreas costeras* de la desembocadura del *Mississippi* y de la Bahía Barataria, mostraron que una de las causas de la mortandad de peces y de ostiones es el endrin.

Posteriormente –por medio del muestreo y el análisis continuo de ejemplares biológicos– se demostró que además del DDT y sus metabolitos habían otros hidrocarburos clorinados llamados PCB, que también son contaminantes.

Actualmente está comprobado que el DDT y las PCB se encuentran en todo el medio marino. Bildeman y Olney confirman su amplia distribución en el Mar de los Sargazos y Harvey muestra que hay residuos industriales de PCB y DDT en el Atlántico (desde la latitud 66° N hasta los 35°S).

Desechos domésticos

En su mayoría los desechos domésticos provienen de los asentamientos humanos. Son una mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos, bacterias, hongos, virus, protozoarios y algunos parásitos. Las bacterias y algunos virus causan enfermedades graves al hombre –ya sea por contacto directo o por consumo de alimentos marinos que contienen estos microorganismos.

En las lagunas costeras y en otras zonas con una circulación pobre, puede presentarse una contaminación secundaria o una eutroficación, como resultado de la liberación de compuestos de nitrógeno y fósforo, sobre todo en sus estados inorgánicos (NO_2 , NO_3 , PO_4). Junto con el fenómeno de eutroficación aparecen ciertas condiciones físico-químicas que estimulan un desarrollo explosivo en algunas especies –como las algas y el plancton– el cual puede afectar a las comunidades biológicas y circundantes.

Los lodos de sedimentación de las plantas de tratamiento de aguas también forman parte de los desechos urbanos; son residuos semisólidos con una gran variedad de componentes, contienen algunos metales y otras sustancias tóxicas para los organismos marinos, pero sus posibles efectos en el agua de mar y en los sedimentos no se conocen del todo.

Lo grave es que la producción de lodos se está incrementado drásticamente y esto acabará por causar severos problemas de contaminación a los municipios, ciudades y zonas costeras.

Consideraciones generales

Actualmente el país ya cuenta con un alto grado de industrialización, y por lo tanto, es indispensable emplear adecuadamente los recursos naturales como fuentes de producción y factores de desarrollo.

Sus zonas costeras (bahías, lagunas costeras y estuarios) deben aprovecharse como sitios de asentamientos humanos y de expansión industrial, pero tomando en cuenta que la contaminación va en aumento y que es fundamental legislar y regular los efectos de cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la zona costera.

En estudios realizados por diversos institutos de investigación, se ha demostrado la presencia de contaminantes críticos (hidrocarburos poliaromáticos, plaguicidas como el DDT y sus metabolitos y metales pesados como el arsénico, el plomo y mercurio) en altas concentraciones sobre especies marinas de importancia comercial y económica en áreas costeras del Golfo de México, principalmente en sitios cercanos a centros industriales en donde las actividades humanas son diversas.

De igual manera, se ha detectado la presencia de plaguicidas en concentraciones elevadas en especies estuarinas de áreas costeras del litoral del Pacífico, como un reflejo de las actividades derivadas de la agricultura en donde el uso masivo y dispersión de estos compuestos se efectúan sin ningún control.

Lo anterior conlleva a pensar de que día a día es mayor la introducción de contaminantes en nuestras zonas costeras debido al incremento de actividades humanas a industriales, así como de nuevos asentamientos y la creación de polos de desarrollo industrial, pero que sin embargo, se carece de una legislación efectiva en material ambiental.

Se ha dicho a veces que la legislación ambiental no puede ser mejor que la información en que se apoya. En nuestro país hay muchos sectores de la ciencia ambiental y ecológica en la que se pueden descubrir fácilmente la falta de conocimientos básicos; incidiendo en grado mayor estudios del medio ambiente marino, pudiéndose citar como ejemplos las necesidades de información sobre:

1. Alteración del ecosistema marino debido a la entrada de contaminantes.
2. Efectos subletales de contaminantes.
3. Efectos de contaminantes sobre poblaciones.
4. Efectos de contaminantes sobre estadios larvarios.
5. Criterios de calidad de agua costera para los organismos marinos.
6. Eutroficación marina.
7. Efectos de la bioacumulación de contaminantes.
8. Mecanismos de detoxificación.
9. Biotransformación de metales y metaloides.
10. Rutas de contaminantes en el ecosistema marino.
11. Transferencia de contaminantes al océano.
12. Capacidad de asimilación de contaminantes en diversas zonas marinas.

13. Modelos de ecosistemas.

Así, la regulación y legislación sobre problemas, tales como la contaminación del medio marino, es con frecuencia poco útil si no esta firmemente respaldado por información científica y técnica seria.

La contaminación afecta de varias maneras al medio marino y a las poblaciones que en él viven. Algunas de las interacciones son sumamente complejas y sólo pueden entenderse después de largos y detallados estudios. Esto requiere de medios y conocimientos de los que sólo disponen pocos laboratorios en el país, además de la formación de cuadros de personal científico y técnico, a través de los cuales se puede abordar el problema de manera objetiva y real.

Actualmente, este problema representa un gran reto. Es indudable que México necesita de una creciente industrialización y urbanización; pero también de estudios y leyes que le permitan manejar y administrar adecuadamente sus zonas costeras, para evitar que éstas sufran un deterioro ambiental y preservar sus recursos naturales, que son una fuente primordial de desarrollo.