

## **LOS RETOS DEL MAR.**

Enrique Tortosa, Director General del IEO  
Alvaro Fernández, Vocal Asesor del iEO

El océano mundial representa un patrimonio único y un sistema de sustentación de la vida esencial para la humanidad en el siglo XXI. Es paradójicamente el recurso natural más abundante del planeta y, a la vez, el más amenazado.

La interacción del océano con la atmósfera es un factor determinante de la meteorología, el clima, la calidad del aire y el suministro de agua dulce mundiales. El océano supone el principal modo de transporte de recursos naturales y de bienes manufacturados entre las naciones, y es vital para la economía y el comercio. Todavía no conocemos toda la variedad de sus recursos biológicos y no biológicos de los océanos.

Tres cuartas partes de la superficie terrestre corresponden al océano, y una vasta extensión del mismo escapa de las jurisdicciones nacionales. Dada su enorme importancia en la vida sobre la Tierra, las Naciones Unidas hicieron de 1998 el Año Internacional de los Océanos, a fin de concienciar a la población mundial de la importancia de su conservación y del desarrollo sostenible de sus recursos para el futuro de la humanidad.

En estos comienzos del siglo XXI son numerosos los retos que acechan al océano y a los mares, muchos de ellos debidos a causas antropogénicas. Quizá el más importante se derive de las consecuencias del cambio global, con los efectos imprevisibles de las subidas de las temperaturas, los cambios de distribución de las especies y los cambios ecológicos, el incremento del nivel del mar con sus efectos en las zonas litorales, el posible incremento de desastres naturales inducidos por ciclones, temporales, etc.

El aprovechamiento de las energías marinas renovables es otra cuestión en la que los avances tecnológicos han de dar un gran impulso en el próximo futuro.

Otro reto importante es causado por la contaminación, sobre todo en zonas costeras de países desarrollados, tanto por su influencia en la calidad de las aguas para fines recreativos como por su impacto en los recursos vivos marinos, incluida la acuicultura.

Otros fenómenos crecientes, todavía de dudoso origen, son las proliferaciones masivas de determinados seres vivos perjudiciales para el hombre y para las economías litorales, como pueden ser las medusas o especies de fitoplancton tóxico que origina las comúnmente llamadas mareas rojas.

Otro fenómeno de preocupación creciente en las aguas costeras, favorecido por vertidos desde tierra, es el de la eutroficación, muy importante en determinadas zonas y que es una de las causas de otro reto importante para los mares como es la pérdida de biodiversidad.

Las llamadas especies invasoras causan asimismo episodios frecuentemente no deseables en el medio marino, cuando especies alóctonas, no propias de determinados ecosistemas son introducidas y colonizan regiones marinas desplazando en ocasiones a otras autóctonas y alterando el equilibrio de los ecosistemas. El caso de la *Caulerpa taxifolia* en el Mediterráneo occidental es un fenómeno claro de esta problemática, debida a causas antropogénicas.

No menos preocupante es el estado de sobreexplotación pesquera que sufren muchas poblaciones de peces comerciales, generada por un espectacular desarrollo desde mediados del siglo pasado de las flotas pesqueras y de las tecnologías aplicadas a esta actividad, que está generando en estos últimos años una producción mundial de más de cien millones de toneladas anuales. El control de la pesca ilegal, fundamentalmente de buques que enarbolan pabellones de conveniencia es otro reto contra el que es preciso luchar a nivel internacional

La actividad pesquera, por otra parte necesaria para contribuir a la alimentación de una población mundial en crecimiento exponencial, frecuente por otro lado una práctica especialmente perjudicial para el medio marino conocida como los descartes, y que son importantes cantidades de capturas que, en muchas pesquerías, se devuelven al mar sin ningún provecho, fundamentalmente por motivos comerciales, y que son otra causa de la pérdida de diversidad biológica. La Unión Europea está tratando de poner en marcha medidas que minimicen estas prácticas tan habituales.

La acuicultura marina es una industria en plena expansión a nivel mundial, y su desarrollo un reto para proveer de un mayor aporte de proteínas marinas a la humanidad.

Una especial mención ha de hacerse de la evolución de la interfaz mar-tierra, donde el medio ambiente costero viene empeorando progresivamente en muchas zonas del planeta debido a un desarrollo urbanístico insostenible de las zonas litorales que origina el deterioro de la franja costera.

A continuación pasaremos a tratar brevemente cada uno de estos retos.

### **El cambio climático en el mar.**

Como se dice en el Programa 21 de la Conferencia de Río de Janeiro, el medio marino es vulnerable y sensible al cambio climático y a los cambios atmosféricos. El aprovechamiento y el desarrollo racionales de las zonas costeras, de todos los mares y de los recursos marinos, así como la conservación del medio marino, exigen la capacidad de determinar el estado actual de esos sistemas y pronosticar sus condiciones futuras.

El alto grado de incertidumbre en la información actual dificulta la ordenación eficaz y limita la capacidad de efectuar pronósticos y evaluar los cambios ambientales. Será necesaria la reunión sistemática de datos sobre parámetros del medio marino a fin de aplicar enfoques de ordenación integrados y prever los efectos del cambio climático

mundial y de fenómenos atmosféricos, como el agotamiento del ozono, sobre los recursos marinos vivos y el medio marino en general.

Para determinar la función de los océanos y de todos los mares en los sistemas mundiales y para prever los cambios naturales y provocados por el ser humano en los medios marino y costero, es preciso reestructurar y reforzar considerablemente los mecanismos de reunión, síntesis y difusión de la información derivada de las actividades de investigación y de observación sistemática.

Siguiendo a la COI (Comisión Oceanográfica Intergubernamental), el océano desempeña un papel capital en la configuración del clima de la Tierra. Entre otras cosas almacena el carbono, un elemento esencial para la vida que es también un factor importante del calentamiento de la atmósfera.

Ciertas actividades humanas, como la combustión de petróleo y de gas o la conversión de bosques en tierras de cultivo vuelcan cada año en la atmósfera entre 6 y 7 mil millones de toneladas de carbono en forma de dióxido de carbono. El aumento en la atmósfera del dióxido de carbono y de cantidades menores de otros gases contribuye al “efecto invernadero” que impide que el calor se escape al espacio.

Solo la mitad del carbono emitido, aproximadamente, permanece en la atmósfera; el resto va a parar al océano o a las plantas y al suelo en tierra firme. Pero el contenido de dióxido de carbono del océano es unas 50 veces superior al que se encuentra en el aire o en tierra firme.

El océano almacena la mayor parte del carbono en las aguas profundas y en los sedimentos de los fondos marinos. Una de las vías es el proceso que los científicos llaman “el bombeo biológico”. Los pequeños vegetales que viven en la superficie del océano emplean el dióxido de carbono para crecer, y los organismos que se alimentan de ellos producen partículas al morir o en sus excreciones. Durante el descenso de estos materiales al fondo del océano, pueden ser absorbidos o descompuestos por las bacterias en la zona de aguas profundas.

Cualquier alteración del clima a medio y largo plazo en las distintas regiones oceánicas puede alterar el equilibrio de los ecosistemas, con repercusiones en la biodiversidad, en la distribución y límites geográficos de las especies, en la productividad de las poblaciones marinas o en las rutas migratorias de los peces y otros seres vivos.

Por otro lado, una consecuencia grave del calentamiento de la atmósfera y de los mares es la amenaza de que se eleve el nivel del mar debido a la expansión térmica del agua y a la fusión de los glaciares. Aunque la cuantía de esta elevación del nivel en los próximos 100 años sigue siendo objeto de debate, una elevación del nivel del mar de solo un metro podría constituir una amenaza para la existencia de algunos pequeños países insulares o los habitantes de zonas litorales bajas.

Otros efectos perjudiciales que el cambio global puede causar, como citamos ya, son la posible proliferación de eventos meteorológicos de gran envergadura en el mar y en las costas, como un incremento del régimen e intensidad de temporales y ciclones en determinadas regiones, derivados de cambios en el régimen de vientos e incluso de

corrientes marinas, y de los posicionamientos e intensidades de los ciclones y los anticiclones.

La elaboración de pronósticos fiables vinculados a los océanos requerirá una red de observaciones sistemáticas tanto de la superficie del océano como de sus profundidades. Se están instalando actualmente flotadores automatizados que se desplazan a lo largo de las corrientes oceánicas, registrando observaciones y elevándose periódicamente a la superficie para transmitir la información por satélite a centros receptores.

En los próximos años se prevé que se contará con 3000 boyas de ese tipo instaladas por los Estados Miembros de la COI que cooperan en esta actividad.

Las redes de obtención de datos oceánicos, hoy conocidas como oceanografía operacional, su integración en bases de datos internacionales y sus análisis permitirán predecir eventos oceánicos de gran impacto en el clima y en las pesquerías, como sucede con el fenómeno de El Niño en el Pacífico oriental, o meteoros de elevada intensidad que permitan proteger la navegación y las poblaciones costeras.

No obstante, los mayores progresos y los beneficios más importantes pertenecen todavía al porvenir. Se requerirán esfuerzos especiales a fin de reunir observaciones de zonas remotas, como los océanos polares, esenciales para comprender cabalmente el sistema mundial.

### **Energías marinas**

Un reto importante que ofrece el mar al desarrollo tecnológico es el suministro de energías renovables y limpias. Como se dice en el Libro Verde de la Política Marítima de la Unión Europea elaborado por la Comisión, la energía eólica marina, las corrientes oceánicas, las olas y los movimientos de las mareas constituyen una abundante fuente de energía renovable.

Si se explotan con habilidad, podrían contribuir en considerable medida al suministro de electricidad en numerosas zonas costeras, lo que podría reforzar el desarrollo económico y la creación sostenible de empleo en esas regiones. Las empresas europeas han acumulado conocimientos especializados en tecnologías marinas para avanzar en este camino.

En lo que respecta no solo a la explotación de los hidrocarburos marinos, sino también a los recursos marinos renovables, las operaciones a grandes profundidades, la investigación oceanográfica, los vehículos y robots submarinos, y en la obtención de energías limpias del mar aún hay mucho camino por recorrer.

### **La salud de los océanos. La contaminación marina.**

Como dice el Programa 21 de la Conferencia de Río de Janeiro, la degradación del medio marino puede deberse a una amplia variedad de fuentes. Las fuentes terrestres representan el 70 % de la contaminación marina, mientras que las actividades del transporte marítimo y el vertimiento en el mar representan el 10 % cada una.

Los contaminantes que suponen la mayor amenaza para el medio marino, en orden variable de importancia y en situaciones nacionales o regionales diferentes, son los

siguientes: las aguas residuales, los nutrientes, los compuestos orgánicos sintéticos, los sedimentos, la basura y los materiales plásticos, los metales, los radionúclidos, el petróleo y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Muchas de las sustancias que provienen de fuentes terrestres son de importancia particular para el medio marino, puesto que se caracterizan simultáneamente por la toxicidad, la persistencia y la bioacumulación en la cadena trófica, como los metales pesados y los compuestos orgánicos persistentes.

Un medio ambiente marino saludable es fundamental para el uso sostenible de los recursos vivos. El deterioro del medio ambiente marino merma el potencial de los océanos y mares para generar ingresos y puestos de trabajo, ya que las actividades económicas que dependen de la calidad del medio ambiente marino resultan especialmente afectadas.

Está en juego la salud de la industria del turismo costero y marítimo, principal sector de actividad europeo relacionado con el mar. También se ve afectado el sector de la pesca. El mantenimiento de un medio ambiente marino sano implica el mantenimiento de la abundancia de sus recursos y diversidad biológicas, incluidas las poblaciones de peces.

Las zonas más contaminadas suelen ser las más litorales, donde habitualmente se producen los alevinajes de muchas especies, sobre todo las objetivo de la pesca de bajura o artesanal. Por otro lado muchos contaminantes, como los metales pesados se acumulan a través de la cadena trófica hasta llegar a los depredadores y a los grandes migradores, como los tiburones, los túnidos y el pez espada..

Cada vez hay más datos científicos que demuestran que el pescado es un alimento especialmente nutritivo, pero la presencia en el medio ambiente marino de contaminantes como los metales pesados y los contaminantes orgánicos persistentes pueden impedir a los seres humanos obtener de él las máximas ventajas para la salud.

Especial incidencia tiene la contaminación en las zonas costeras para la acuicultura marina, una industria en franca expansión pero que necesita aguas de alta calidad para poder desarrollar su actividad.

A nivel europeo la Comisión ha aprobado una estrategia temática para el medio ambiente marino que constituirá el pilar medioambiental de la futura política marítima. El objetivo clave de la Unión Europea es conseguir que el medio ambiente marino se halle en buen estado antes del final de 2021.

### **Proliferaciones planctónicas.**

Determinadas condiciones oceanográficas y ecológicas inducen episodios de grandes proliferaciones de determinadas especies fitoplanctónicas y zooplanctónicas que causan importantes problemas económicos y sanitarios a las poblaciones que viven en la costa o de determinados recursos marinos. Los casos más comunes son las proliferaciones de medusas , de especies de fitoplancton tóxico conocidas como mareas rojas, y los problemas derivados de la eutroficación en zonas costeras.

## **Las medusas.**

Las medusas viven habitualmente en alta mar, apareciendo estacionalmente en el plancton, con máximas abundancias en los inicios de la primavera y finales del verano, considerándose normal una densidad de alrededor de un ejemplar por cada 10 metros cúbicos de agua.

No obstante, en ocasiones se forman auténticos enjambres que llegan a alcanzar densidades de decenas de ejemplares por metro cúbico, que causan problemas especialmente en las playas, cuando por diversas causas se acercan al litoral impulsadas por los vientos dominantes de mar a tierra, a causa de las características urticantes de sus tentáculos.

No se conocen todavía bien las causas de estas proliferaciones masivas de medusas, pero entre ellas se apunta el incremento del aporte de nutrientes al mar, sobre todo en las zonas costeras mas pobladas, por causas antropogénicas, el descenso de lluvias en invierno y el aumento de radiación solar. El aumento de la salinidad de las aguas costeras contribuye a eliminar una especie de barrera natural de aguas menos salinas que impide que las medusas se acerquen a la costa.

De hecho parece haber una relación entre los años más secos con los de mayor abundancia de medusas en las costas. También se buscan relaciones entre la contaminación por hidrocarburos y el incremento de las poblaciones de medusas, como efecto indirecto de la proliferación de zooplancton, alimento de las medusas, después de eventos de derrames de hidrocarburos como sucedió en aguas de Alaska después del accidente del Exxon Valdez.

También en las zonas donde se produce una fuerte eutrofización, como en el mar Adriático o en el Mar Menor en el levante español, producida por residuos de fertilizantes agrícolas y aguas residuales, se dan con frecuencia abundancias extraordinarias de medusas.

Hay también quienes achacan a la sobrepesca de determinadas especies el incremento de las poblaciones de medusas. Estos opinan que las medusas forman parte de la dieta de animales marinos como los atunes o las tortugas, llegando a relacionar el fuerte estado de sobrepesca, con lo que ello supone de disminución de las poblaciones de peces como el atún rojo, o la disminución de las poblaciones de tortugas debido a sus capturas accidentales por los palangres de superficie o los artes de enmalle, con el incremento de las medusas.

No parece, sin embargo, que las medusas sean una presa preferida de los atunes, dado el alto contenido energético que precisan estos grandes migradores en su alimentación para compensar su gran actividad natatoria.

También se busca otra causa en la disminución de poblaciones de peces planctófagos como son los pequeños y medianos pelágicos, que competirían por el mismo alimento

que las medusas, dejando a las poblaciones de estas, grandes cantidades de alimento que beneficiarían su presencia y proliferación.

En cualquier caso parece que determinadas condiciones oceanográficas favorables son las que más influyen en la reproducción sexual de la fase medusa o en la asexual de los pólipos y consiguiente proliferación de las medusas, o en la reproducción sexual de especies de medusas que no pasan por la fase pólipo bentónico, como *Pelagia noctiluca* (muy abundante actualmente en alta mar y muy urticante). Los vientos dominantes y las características oceanográficas de las aguas costeras permiten que estas concentraciones se acerquen a las costas.

Además de los inconvenientes económicos (turismo) y sanitarios (heridas urticantes a los bañistas), las proliferaciones masivas de medusas, que es un fenómeno natural pero en aumento, influye también en la evolución de las poblaciones de peces, pues una de sus presas son las larvas que forman el ictioplancton, pudiendo llegar a influir negativamente en los reclutamientos de determinadas especies.

### **Las mareas rojas.**

En cuanto a las llamadas mareas rojas, se trata de fenómenos naturales consistentes en grandes floraciones de algas microscópicas, planctónicas, que forman auténticas explosiones o “blooms” coloreando grandes extensiones del mar de distintos tonos como rojo, pardo, verde o amarillo, según el color de los pigmentos de las especies del fitoplancton de que se trate.

La mayoría no son tóxicas (se han descrito unas 300 especies), pero en algunos casos si lo son, especialmente determinados dinoflagelados y algunas diatomeas.

Las floraciones se producen fundamentalmente en primavera y otoño, cuando vientos fuertes costeros inducen fenómenos de afloramiento o “up-welling”, subiendo a la superficie aguas profundas y frías que arrastran nutrientes del fondo, con los que emergen quistes bentónicos de estas microalgas.

Ya en la superficie, cuando el agua se calienta por la insolación y se produce una estabilidad y estratificación de las masas de agua, los quistes se reproducen a enormes velocidades cuando las condiciones oceanográficas son las más adecuadas para la especie de que se trate, llegando a producirse concentraciones de miles o millones de células por milímetro cúbico.

Cuando se produce un “bloom” de un alga tóxica, estas células son acumuladas por los organismos filtradores de agua de mar, especialmente por los moluscos (mejillones, almejas, berberechos, etc) y también, en ocasiones, por algunos peces, concentrándose la toxina en la glándula digestiva, pudiendo pasar al hombre y originando diferentes cuadros adversos dependiendo del alga tóxica de que se trate, pues no se alteran con el cocinado del producto ni se aprecia la toxicidad por el sabor.

Entre las especies tóxicas más comunes se encuentra la que produce el DSP o toxina diarreica, llegando a producir cuadros agudos. Pertenece al género *Dynophysis*. Más

peligrosa es la que produce PSP o toxina paralizante, que ataca al sistema nervioso llegando a producir grandes trastornos neurológicos e incluso la muerte por parada cardiorrespiratoria. Pertenece al género *Alexandrium*. También es de destacar la productora de ASP o toxina amnésica que llega a producir pérdida de memoria y que la origina la diatomea *Pseudonitzschia*.

Los retos en estos casos para evitar problemas para la salud es establecer unos buenos controles, tanto de las especies de fitoplancton presentes en las aguas y sus concentraciones mediante programas de muestreo en la mar adecuados, como pruebas toxicológicas por parte de las autoridades sanitarias, bien mediante bioensayos (pruebas con ratones de laboratorio) y/o mediante análisis químicos de preparados de los productos marisqueros a consumir mediante técnicas de HPLC o cromatografía líquida de alta resolución, que indiquen los niveles de toxina y en función de ello poder determinar si los productos son o no aptos para el consumo.

En función de los resultados de los controles las autoridades responsables reglamentan el cierre del marisqueo, de la extracción de moluscos de las bateas de mejillón, etc, lo que origina en determinados años en que los cierres se mantienen durante meses, importantes pérdidas económicas para el sector extractivo.

Los moluscos u otros animales liberan la toxina con el tiempo, descontaminándose naturalmente y volviéndose aptos para el consumo.

### **La eutroficación .**

Desde el principio de la historia del hombre, sus poblaciones se han asentado preferentemente en las zonas costeras, o en los márgenes de los ríos, donde obtenían agua y alimento. Así, todas las descargas de origen humano alcanzan las aguas costeras de forma directa, siendo las mas impactadas por el proceso de eutroficación.

Según Margaleff, la eutroficación o eutrofización es el enriquecimiento de las aguas con nutrientes a un ritmo tal, que no puede ser compensado por su eliminación definitiva por mineralización total, de manera que la descomposición del exceso de materia orgánica producida hace disminuir enormemente la concentración de oxígeno en las aguas profundas.

Los vertidos de aguas cloacales y el uso de fertilizantes agrícolas representan los mayores aportes de nitrógeno en aguas costeras, por lo que este tipo de fenómenos son muchos más frecuentes que en aguas abiertas. Un estudio realizado en el océano Atlántico Norte estimó que la deposición de nitrógeno orgánico se quintuplicó desde la época preindustrial.

Los procesos de eutroficación en ecosistemas costeros producen grandes proliferaciones de algas inducidas por aportes terrestres de nutrientes, que favorecidos por altas temperaturas y elevada insolación inducen cambios complejos en las comunidades fitoplanctónicas, llegándose en ocasiones a formar una especie de sopa verde, pudiendo llegar a producir fenómenos de hipoxia y anoxia. Habitualmente se trata de dinoflagelados.

Un ejemplo claro de un proceso prolongado de eutroficación en un gran ecosistema ha sido el mar Báltico, muy estudiado por todos los países costeros del mismo. Se estimó que la carga de nitrógeno se cuadruplicó entre 1950 y 1990, produciéndose enormes cantidades de algas filamentosas y grandes floraciones de algas planctónicas, con mortalidades masivas de los moluscos bivalvos.

Las progresiones temporales de “blooms” de determinadas especies reducen la biodiversidad del fitoplancton, alterando las relaciones de dominancia. Estos cambios se transmiten a lo largo de las cadenas tróficas, produciendo alteraciones básicas en la respuesta de grupos tróficos clave, llevando a notables reducciones en la producción secundaria y llegando a repercutir negativamente en las pesquerías litorales.

Los aportes antropogénicos de nutrientes llegan al litoral (sobre todo rías, estuarios y lagunas litorales) especialmente por los ríos que transportan fertilizantes agrícolas de las comarcas colindantes, así como vertidos de residuos orgánicos urbanos, favorecidos por una creciente población del litoral. Compuestos de nitrógeno y fósforo son los principales responsables de estos fenómenos.

Uno de los primeros signos observables es el incremento de algas epifitas sobre las fanerógamas, cuyas biomasa tienden a reducirse. El cambio fundamental en las aguas eutroficadas es la disminución del contenido de oxígeno disuelto en el agua, produciéndose condiciones anaerobias que crean nuevos caminos de la materia en el ciclo del carbono. Finalmente queda dióxido de carbono, amoníaco y ácido sulfhídrico, que da a las aguas un olor característico a putrefacción, siendo más intenso el proceso de descomposición en las aguas cercanas al fondo. Los organismos bentónicos son los más expuestos a sufrir destrucciones masivas y los peces se desplazan hacia lugares en que no existen estos fenómenos, repercutiendo en la rentabilidad de pesquerías litorales.

Las variaciones de los procesos de eutroficación dependen de variados factores tales como la estructura fisiográfica del sistema receptor, la temperatura, la salinidad, el viento, las mareas, las corrientes, las características de estratificación, la luz, las características del sedimento, la producción primaria y secundaria y procesos biológicos como la competencia y la predación, si bien los procesos básicos de eutroficación permanecen esencialmente los mismos.

Hay una evidencia creciente de que los procesos producidos por hipereutroficación están aumentando a nivel mundial, debido a causas antropogénicas, sin excluir que vayan a ser favorecidos en el futuro por el proceso de calentamiento global.

Los cambios experimentados en los ecosistemas litorales debidos a excesivos aportes de nutrientes incluyen incrementos en la turbidez de las aguas, reducen la penetración de la luz y deterioran la calidad del sedimento, con proliferación de algas macrofitas y “blooms” planctónicos, a menudo asociados con pérdida de praderas submarinas y zonas coralígenas, muerte de peces y moluscos bentónicos, y en general, desaparición de pesquerías, disminuyendo acusadamente la biodiversidad marina, ligado todo ello a fenómenos de hipoxia y anoxia que llegan a producir extensiones de litoral inutilizables a ningún fin provechoso para el hombre, como el marisqueo, la pesca o actividades turísticas y deportivas.

## Las especies invasoras

El desarrollo de la navegación, y sobre todo de las flotas de transporte marítimo, propició que los organismos marinos tuvieran la oportunidad de viajar a través de los mares, más allá de su distribución natural. En el pasado eran transportados adheridos a los cascos de los barcos, pudiendo liberarse en zonas alejadas que en determinadas condiciones favorables del medio podían colonizar.

Hoy en día, con los nuevos diseños y grandes tamaños de los buques de transporte, millones de organismos viajan continuamente en las aguas de lastre moviéndose entre todos los mares y océanos. Este agua de lastre da estabilidad a los navíos cuando estos se desplazan sin carga, liberándose al mar en zonas costeras a miles de millas de donde fue tomada. Se estima que más de 10.000 millones de toneladas de agua de mar son así transportadas anualmente por una flota mundial de transporte de carga en creciente expansión, acorde con la globalización del comercio. Solamente en el transporte de petróleo y derivados hay más de 6.000 buques-tanque navegando por aguas internacionales, de los que 600 diarios cruzan el estrecho de Gibraltar.

Así, la descarga del agua de lastre en los ecosistemas de los países receptores trae millones de plantas y animales no nativos. La supervivencia y desarrollo de esas especies alóctonas en sus nuevos hábitats dependerá de que los parámetros abióticos, y también bióticos, sean adecuados. Hay estudios que indican que cerca del tres por ciento de las especies se establecen en nuevas regiones, en ocasiones colonizando grandes áreas y alterando profundamente la biodiversidad de los ecosistemas, convirtiéndose en organismos dominantes en muchas comunidades y reemplazando y desplazando a especies nativas.

Pero no sólo las aguas de lastre son la causa de la proliferación de especies invasoras. La acuicultura y los acuarios introducen también en los ecosistemas litorales especies alóctonas, a veces invasoras. Ejemplo de las primeras es el alga *Undaria pinnatifida* (alga marina japonesa), registrada en 1971 en una laguna litoral mediterránea francesa e introducida probablemente de manera accidental con las importaciones francesas de ostra. Posteriormente fue traída para su cultivo a la costa atlántica noroeste francesa en 1983.

Entre las segundas es paradigmático el caso de *Caulerpa taxifolia*, también llamada alga asesina por contener sustancias tóxicas, cuya progresiva colonización en grandes zonas del Mediterráneo occidental parece tener su origen en un escape accidental de los acuarios de Mónaco, ya que este alga tropical se utiliza como planta ornamental en acuariofilia.

*Caulerpa* apareció en las costas francesas del Mediterráneo en 1980, proliferando enormemente y sustituyendo de su hábitat natural a especies nativas como la fanerógama *Posidonia oceánica*, de gran valor ecológico en los hábitats costeros mediterráneos. Originaria de Japón, China y Corea, actualmente cubre millones de hectáreas de varios países.

Una especial mención en el Mediterráneo, en cuanto a especies invasoras se refiere, ha de hacerse de las consecuencias de la apertura del Canal de Sué en 1869, lo que supuso su conexión con el océano Índico, y que originó la entrada por primera vez de especies

del mar Rojo y del Índico al Mediterráneo (los mayores movimientos de especies de peces se dieron de sur a norte), resultando en la migración de alrededor de 50 especies tropicales al Mediterráneo oriental. Esta invasión ha tenido un gran impacto, no solamente incrementando la biodiversidad, sino estableciendo nuevas poblaciones disponibles a las pesquerías comerciales del área.

Las aguas de lastre son, en cualquier caso, el origen de la gran mayoría de las especies invasoras a nivel global, transportando millones de virus, bacterias, algas unicelulares, especies de fito y zooplancton, huevos y larvas de peces, etc., lo cual tiende a largo plazo a una cierta homogeneización mundial de los océanos.

La gestión de las aguas de lastre es una preocupación creciente a nivel internacional tratando la Organización Marítima Internacional (OMI) de Naciones Unidas de establecer normas para el tratamiento de estas aguas previamente a su vertido.

### **La sobrepesca.**

Como hemos señalado ya, en la segunda mitad del siglo XX ha habido un espectacular desarrollo de las flotas pesqueras a nivel mundial, paralelo a un gran avance tecnológico que afectó tanto a la potencia de los motores como a los sistemas de posicionamiento en la mar, métodos de localización de la pesca, artes y aparejos más desarrollados

y con mayor poder de captura, y sistemas de refrigeración y congelación a bordo que permitían acceder a caladeros más lejanos.

Todo ello ligado y favorecido por una demanda creciente de proteínas marinas para el consumo de una población en amplio crecimiento, y donde en muchos países el pescado era un componente creciente en la dieta, bien por su bajo coste en las especies de menor valor comercial, bien por su variedad y por las calidades alimenticias de los productos pesqueros.

Este desarrollo ha llevado a un importante incremento de las flotas pesqueras y a un aumento del esfuerzo efectivo de pesca que ha generado en muchas pesquerías situaciones de sobrepesca, que hoy las administraciones y las organizaciones regionales de pesca (ORPs) tratan de corregir mediante sistemas de gestión como son los TACs (capturas totales permitidas), limitaciones en el esfuerzo de pesca (número de buques y/o tiempo de pesca) y medidas técnicas de conservación como tallas mínimas, tamaños de malla, zonas y épocas de veda, etc.

Según el último informe de la FAO un 25% de los stocks de peces mundiales están en estado de sobreexplotación o de agotamiento, es decir, están produciendo menos biomasa de la podrían producir aplicando una gestión más racional, y están llevando a las biomazas de los reproductores en la mar a niveles en que pueden verse negativamente repercutidos los reclutamientos anuales que mantienen las poblaciones.

Otro 52 % de las poblaciones, siguiendo a la FAO, se encuentran plenamente explotadas (no podrían producir más). Es decir, el esfuerzo de pesca ha alcanzado un techo que, de aumentar, harían disminuir las poblaciones.

Un problema general en la explotación pesquera es la excesiva captura de juveniles que origina la llamada sobrepesca de crecimiento, por dirigirse los buques a las zonas de concentración de los alevines y/o por el uso de mallas demasiado pequeñas que impiden la selectividad de los artes de pesca. Con ello no se permite que se alcance un stock de reproductores en la mar, adecuado para que se produzcan reclutamientos buenos con una alta probabilidad (muy dependientes también, por otra parte, de las condiciones oceanográficas).

Otro problema importante de la actividad pesquera es el conocido como los descartes, que son las capturas que se devuelven al mar, casi siempre muertas, de ejemplares de nulo o bajo valor comercial, de tallas ilegales, o de especies de las que no se tiene cuota.

Las cantidades descartadas al mar son muy importantes en determinadas pesquerías (en ocasiones suponen tanto como lo que se desembarca en peso) y ello supone un derroche de esfuerzo pesquero y de biomasa inútilmente capturada.

La Comisión de la Unión Europea ha tomado recientemente este tema como bandera a fin de disminuir progresivamente, hasta eliminar, dichas prácticas, lo que sin duda originará problemas económicos a determinadas flotas.

El reto en pesquerías es situar a los stocks en situaciones de explotación sostenible, con biomazas en la mar adecuadas para asegurar el mantenimiento de las poblaciones y manteniendo la biodiversidad. La Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de NNUU

celebrada en Johannesburgo en 2002 propuso llevar a las pesquerías a sus niveles de Rendimiento Máximo Sostenible desde ahora hasta el año 2015, propuesta que aceptó la Unión Europea y para lo que se están ya dando pasos con el asesoramiento de Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES).

Ello va en consonancia con el Código de Conducta para una Pesca Responsable de la FAO y con los nuevos conceptos del enfoque de precaución y del enfoque de ecosistema en la gestión de las pesquerías.

### **La acuicultura marina.**

Según el último informe de la FAO sobre la pesca y la acuicultura en el mundo (Informe SOFIA 2006) y como acabamos de señalar, en general más de 75 % de las poblaciones ícticas mundiales que se han evaluado están ya plenamente explotadas o sobreexplotadas (o agotadas y recuperándose del agotamiento), lo que confirma observaciones anteriores que indicaban que se ha alcanzado probablemente el potencial máximo de la pesca de captura de peces silvestres en los océanos del mundo y se necesita una ordenación más prudente y controlada de la pesca mundial para que las capturas sean sostenibles.

Las capturas mundiales de pescado salvaje marino rondan los 85 millones de toneladas anuales desde finales de los años 80, lo que los expertos consideran un techo de producción.

Ante la demanda creciente de proteínas marinas por parte de la población, la acuicultura se presenta como la posibilidad de incrementar de forma importante los productos

pesqueros de cara al futuro. Según el citado informe de la FAO, crece continuamente la contribución de la acuicultura al suministro mundial de peces, crustáceos, moluscos y otros animales acuáticos, ya que aumentó del 3.9 % de la producción total en peso en 1970 al 27.1 % en 2000 y al 32.4 % en 2004.

La acuicultura marina produce actualmente en todo el mundo alrededor de 20 millones de toneladas de productos marinos diversos (peces, moluscos y crustáceos), todos ellos destinados al consumo humano.

En nuestro país, la producción de peces cultivados en agua marina (fundamentalmente dorada, rodaballo, salmón y lubina) pasó de 417 toneladas en 1985 a más de 37.000 toneladas en 2005, dejando aparte las 250.000 toneladas que produce el cultivo de mejillón en las rías gallegas por término medio.

La acuicultura marina es pues una industria en plena expansión a nivel mundial, europeo y nacional, para la cual la calidad de las aguas es condición indispensable para su desarrollo, y a su vez el control de sus efluentes es fundamental para preservar la salubridad del medio natural próximo a las instalaciones acuícolas.

Una investigación tecnológica y biológica aplicada es imprescindible para apoyar el reto de este desarrollo, tanto para cultivar en mar abierto (jaulas flotantes, long-lines) como para diversificar la producción posibilitando el cultivo de nuevas especies, y mejorando

la rentabilidad de la explotación de especies ya cultivadas (patología, genética, nutrición, etc.)

### **La degradación de las zonas costeras.**

Siguiendo un análisis de la Comisión Europea, en tiempos pasados las costas estaban pobladas por comunidades que vivían de la pesca. A medida que fue desarrollándose el transporte marítimo local e internacional, crecieron los puertos y surgieron nuevas actividades a su alrededor. Por otro lado la elección de residencia o segunda residencia al borde del mar, simplemente por motivos de placer, es un fenómeno relativamente reciente, muy acusado en la costa mediterránea española.

Como indica la Conferencia de las Regiones Periféricas Marítimas de Europa “Su atractivo natural (paisajes, horas de sol, salubridad), está generando un constante crecimiento demográfico y nada indica que esa tendencia vaya a moderarse”

El desarrollo urbanístico y de infraestructuras conexas (como puertos deportivos) impone presiones inevitables sobre el espacio y sobre el medio ambiente costero y litoral que son necesario paliar (protección paisajística, tratamiento de desechos, depuración de aguas residuales, evitación de vertidos varios) si se desea evitar la contaminación marina y otros fenómenos ya citados como eutroficación, sobrepesca litoral y pérdida de biodiversidad.

A fin de coordinar los múltiples usos de las zonas costeras, la incidencia de esas actividades y las políticas de desarrollo de las mismas, se ha optado por la llamada

gestión integrada de las zonas costeras (GIZC), uno de cuyos principios es la integración del mar, la tierra y sus zonas de interfaz bajo un a gestión única.

En 2002 el Parlamento Europeo y el Consejo adoptaron una recomendación para que los Estados miembros siguiesen estrategias de GIZC con sus autoridades regionales, locales y partes interesadas a fin de conseguir un desarrollo integrado y sostenible.

Para este como para los otros retos del mar, la Comisión Europea destacaba en sus objetivos estratégicos para 2005-2009 ***“la exigencia específica de instaurar una política marítima global destinada al desarrollo de una economía marítima próspera de forma ecológicamente sostenible. Dicha política debería apoyarse en la excelencia de la investigación científica marina, la tecnología y la innovación”***.

**Septiembre 2007**