

aguas turbulentas

La actividad humana está contaminando el medio ambiente marino y el modo de vida económico de millones de personas que pescan en los mares. La ciencia puede ayudar a cambiar esta situación.

EL FUTURO DE LOS OCÉANOS

Por Alasdair D. McIntyre

El Pasado

Muchas cosas se agotaron a causa de un uso indiscriminado. Este no es el caso del mar.

Cuando Hugo Grotius, el famoso jurista holandés, hizo este comentario en 1609, daba una visión resumida de los océanos con la cual la mayoría de las personas estarían de acuerdo en esa época. Se pensaba que el tamaño, la profundidad y la movilidad de los mares los hacía invulnerables a cualquier efecto producido por la actividad humana. Sin embargo, a principios del siglo XI, los vascos, en la costa atlántica de Francia y España mataban tantas ballenas que rápidamente se agotaron las poblaciones, suerte que corrieron con el tiempo otras especies de ballenas en el mundo. Se hizo caso omiso a esta advertencia. Se consideraba que la mayoría de los grandes mamíferos marinos eran excepcionalmente vulnerables y hasta finales del decenio de 1800 se pensaba que las poblaciones de peces marinos nunca se verían afectadas de esa manera. Sin embargo, con el tiempo, los pescadores comenzaron a observar

que las capturas disminuían mientras que, al mismo tiempo, debido al aumento de la población mundial se ejercía mayor presión sobre las poblaciones de peces. De manera preocupante, los avances tecnológicos aumentaron esa presión, ya que el uso de mejores embarcaciones y redes de arrastre incrementó la eficiencia de la pesca de especies bentónicas. Peces pelágicos como el arenque y la macarela, que tradicionalmente son difíciles de localizar, también fueron atacados a medida que la introducción de dispositivos acústicos para detectar peces y de amplias redes de cerco posibilitaba descubrir y explotar cualquier banco, por lo que ningún pez de las plataformas continentales quedaba a salvo. Durante cierto tiempo, parecía que especies migratorias que nadaban rápido en mar abierto, sobre todo el atún, el salmón y el calamar, escaparían a la captura, pero el desarrollo de finas redes de nilón de enmalle y deriva, que colgaban como cortinas a lo largo de cientos de kilómetros de océano, puso fin a esa excepción en cuanto a la captura y todas las especies marinas quedaron expuestas a una pesca excesiva.

Aunque durante siglos se reconoció que las personas podían influir en los recursos marinos mediante la pesca, cualquier

Floración letal?

sugerencia de que otro tipo de actividades podría alterar las propiedades básicas de los océanos no se tomaba en serio. Sin embargo, esa idea se echó por tierra a principios del decenio de 1950, con los ensayos de armas nucleares en la atmósfera. Una consecuencia de ello fue la precipitación radiactiva de radionucleidos artificiales que se observaron en la superficie de los océanos. Si bien las concentraciones no eran suficientes como para dañar la biota, su presencia demostró, sin duda, que los seres humanos podían inconscientemente alterar la química marina. Otros sucesos confirmaron esto rápidamente en los siguientes decenios.

A principios de los años cincuenta, un efluente vertido en el mar, proveniente de una fábrica de Minamata, Japón, contaminó los peces con mercurio y provocó la muerte de consumidores locales. Este suceso llamó la atención sobre los riesgos que supone la disposición final de desechos ricos en metales en el mar, y puso de relieve los problemas potenciales de otros metales, particularmente el cadmio, el plomo y el cobre.

Las alcantarillas y las aguas residuales urbanas de la población local constituyen otro tipo de vertido que habitualmente se transportaba por tuberías sin tratamiento alguno hasta llegar a la costa, lo que plantea un peligro para la salud debido a los agentes patógenos que arrastran las alcantarillas. Ello contamina los mariscos que acumulan agentes patógenos para seres humanos y así provocan hepatitis, cólera y diversas enfermedades gastrointestinales. Las personas que acuden a la costa para recrearse también corren el riesgo de contaminarse con agua de mar. Nadadores, windsurfistas, esquiadores acuáticos, incluso los que van a la playa para relajarse pueden contraer enfermedades menos severas. Ahora se reconoce ampliamente la necesidad de que las aguas residuales reciban un tratamiento y una disposición final adecuados y, en algunos países, es obligatorio vigilar los criaderos de mariscos y las aguas destinadas a los bañistas.

Además, como las aguas residuales tienen un alto contenido de nutrientes ello puede motivar una fertilización excesiva de las plantas. Esa eutroficación provoca floraciones excesivas de las algas marinas en la orilla y de fitoplancton en la columna de agua. Cuando estas plantas se descomponen, se acumulan grandes volúmenes de sedimento en las playas, lo que perjudica los servicios de esparcimiento y el turismo. Entretanto, su descomposición bacteriana disminuye el oxígeno en el agua y provoca la muerte de los organismos marinos. También algunas especies del fitoplancton son tóxicas y, recientemente, ha habido un notable crecimiento en las floraciones de algas nocivas (*véase el recuadro titulado Floración letal*). El problema de la eutroficación se agrava aún más debido a los nutrientes que están en la tierra provenientes de la escurrientía agrícola y a la cría de ganado intensiva. Aunque los programas de vigilancia constituyen una rutina en muchos países, estos problemas ocasionan pérdidas económicas y la muerte de seres humanos a nivel mundial.

Bolinao, Filipinas. De repente, en los primeros días de febrero de 2002, el sabalote comenzó a salir a la superficie de las turbias aguas del océano. Cientos de toneladas de sabalote (conocido en la localidad como bangus), valoradas en millones de dólares, morían en cestas y nasas y comenzaban a descomponerse en masa en las playas de la zona. La ciudad costera de Bolinao, en el oeste de Luzón, una de las fuentes principales de alimentos marinos frescos de la región metropolitana de Manila, pasaba rápidamente de la prosperidad a convertirse en una zona de desastre económico y ambiental.

La profesora Rhodora Azanza, del Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Filipinas (UPMSI), manifestó que sabíamos que la fuerte concentración de la acuicultura en la zona la haría en extremo vulnerable a las floraciones de las algas en algún momento. Sin embargo, la intensidad y la magnitud de la mortandad de peces rayaba en lo inaudito, y las características de la explosión fitoplanctónica que provocó todo el daño continuaron siendo un misterio.

Era de suma importancia desentrañarlo. Algunas floraciones de algas están cargadas de una toxina que puede concentrarse en mejillones, almejas y otros mariscos y ser pernicioso para los consumidores. Los científicos denominan esas variedades floraciones de algas nocivas (HAB). Una de las afecciones que pueden provocar es la parálisis tóxica de los moluscos PSP que se caracteriza por ocasionar la muerte por paro respiratorio. La Dra. Azanza y su equipo del UPMSI comenzaron a trabajar rápidamente, en el análisis del agua y de muestras de mariscos en su laboratorio de la ciudad de Quezon. A los pocos días y gracias a un potente microscopio suministrado por el OIEA, comunicaron a las personas interesadas que un fitoplancton, el *Prorocentrum minimum*, era la causa de las floraciones. Si bien había matado a muchos peces, no representaba peligro de toxicidad para los seres humanos.

Aunque fue una buena noticia, el incidente apunta a un conjunto mucho más amplio de problemas ambientales que están lejos de resolverse. Con más de 7000 islas dispersas a lo largo de miles de kilómetros cuadrados de mares tropicales, Filipinas es un paraíso para los pescadores, así como un lugar ideal para la acuicultura y el cultivo de alimentos marinos en medios artificiales.

Sin embargo, con el crecimiento de la acuicultura costera durante los dos últimos decenios, la incidencia de "mareas rojas" como la de Bolinao y las floraciones de algas tóxicas que provocan la PSP han estado aumentando rápidamente. Se sabe que ahora hay 17 zonas costeras a lo largo del país que se han visto afectadas por un agente algal, conocido como *Pyrodinium bahamense* var. *compressum*, y se han notificado unos 1800 casos de PSP y más de 110 muertes durante el período.

El organismo gubernamental encargado de dar seguimiento a las HAB es la Oficina de pesca y recursos acuáticos (BFAR) de Filipinas, que ha creado estaciones de vigilancia en gran parte del país y un laboratorio central para realizar ensayos sobre la toxicidad del agua y los mariscos. Fe Bajarias, especialista superior en acuicultura de la BFAR, plantea que nuestros laboratorios mantienen una vigilancia permanente para garantizar la seguridad de las personas. Si bien nuestro sistema de alerta está funcionando, nuestros métodos de prueba y análisis se beneficiarían con conocimientos más avanzados y tecnologías de ensayos.

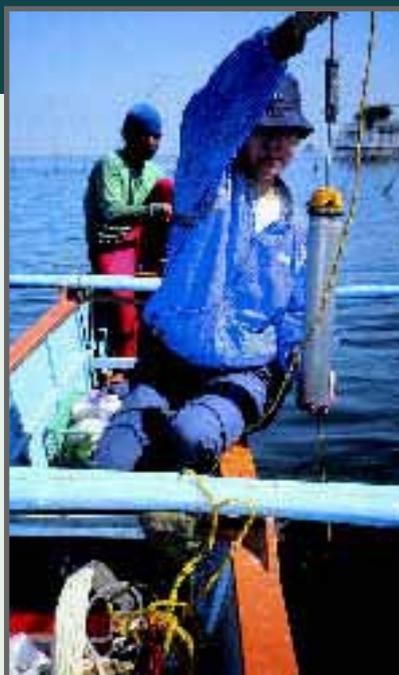
Los laboratorios de ensayo en mariscos de la BFAR empleaban ratones vivos, método impreciso, prolongado e inhumano. Sin embargo, desde 1997, en el marco de un proyecto de cooperación técnica del OIEA, se ha venido trabajando para transferir un método científicamente más avanzado y preciso —la tecnología de análisis radiométrico receptor-ligandos—, con objeto de ayudar al gobierno a evaluar las toxinas de mariscos que resultan de las “mareas rojas” tóxicas cada vez más frecuentes.

Las técnicas nucleares detectan rápidamente la toxicidad en alimentos marinos que se han contaminado con toxinas producidas por las floraciones de algas nocivas. El nuevo método de ensayo da a la industria marítima una mayor certeza de que el brote de floración de algas es real, antes de que se vean obligados a cerrar el negocio. Un resultado inmediato sería hacer advertencias cada vez más oportunas y precisas a los consumidores de mariscos, lo cual debe ayudar a disminuir el número de intoxicaciones alimentarias debidas a la floración de algas. También sería un alivio para las ciudades y poblados marítimos afectados por los despidos y la caída del turismo cada vez que hay temor por una floración de algas.

El instituto de investigaciones nucleares de Filipinas (PNRI) y el UMPSI han estado haciendo grandes progresos en la adopción del nuevo método y ya se están prestando servicios de ensayo y análisis y de apoyo a los laboratorios convencionales que tiene la BFAR. La profesora Azanza señala que esperamos que dentro de unos años la técnica nuclear asuma el liderazgo en cuanto a garantizar la seguridad del público.

—Por David Kinley, Dirección de Información Pública del OIEA.

Para leer más sobre éste y otros proyectos de Cooperación Técnica del OIEA en *Science Serving People, Technical Cooperation for Development*, consulte el sitio web de World Atom del OIEA en: <http://www.iaea.org/worldatom/Press/Booklets/Ssp/alg.html>



La investigadora Iris Baula, del Instituto de Ciencias Marinas, recoge muestras de agua de la Bahía de Manila utilizando equipo suministrado por el OIEA. El Instituto le sigue la pista a la historia de las incidencias de la floración de algas en la Bahía a fin de pronosticar mejor e impedir nuevas floraciones.
(Cortés: Kinley/OIEA)

En el agua de mar existen metales y nutrientes naturales y, si la concentración no es excesiva, los organismos deben ser capaces de vivir con ellos. Sin embargo, los componentes orgánicos sintéticos son un tipo de contaminante muy diferente, y en los años sesenta, constituyó un problema más en la lista de los ya existentes. Residuos de plaguicidas, fundamentalmente el DDT (diclorodifeniltricloroetano) y productos químicos como los PCB (bifenilos policlorados) comenzaron a aparecer en el medio ambiente. Esas sustancias químicas son tóxicas, muy persistentes y solubles en grasa, lo que significa que se acumulan en los tejidos de los animales. Se introducen en la cadena alimentaria, se acumulan en los predadores situados en el eslabón superior de la cadena como los mamíferos y las aves marinos y les ocasionan daños. Recientemente, se determinó una amenaza que surgió de otro componente orgánico sintético: la tributiltina (TBT), componente de la pintura utilizado para proteger de los organismos incrustantes los cascos de los barcos y otras estructuras submarinas. Se constató que la TBT afectaba a animales que no constituían objeto de pesca, destruyendo poblaciones de caracoles marinos al provocar un cambio en los sexos, y lo que es más importante, que desde el punto de vista comercial produjo un engrosamiento de la concha de las ostras, disminuyendo así su pesca.

Los plásticos, otro grupo de componentes orgánicos sintéticos, influyen de manera significativa en los océanos. El creciente reemplazo de materiales naturales por sintéticos en muchos tipos de artículos manufacturados ha ocasionado la proliferación de restos ligeros y persistentes de redes de pescar, correas, bandas, contenedores, revestimientos e incluso partículas finas que flotan en el mar. Aunque inertes desde el punto de vista químico, esos restos interfieren en la vida marina, a menudo de manera letal y deterioran considerablemente los servicios de esparcimiento en las playas.

El petróleo fue otro agente contaminante que salió a relucir en el decenio de 1960. Desde que se utilizó por primera vez como combustible para buques, ha constituido un problema, que al principio se refería a las descargas operacionales de desperdicios, incluidos los líquidos de lavado del pantoque y de los tanques. Sin embargo, a medida que el petróleo se transportaba cada vez más como carga y no solo en el tanque de combustible de los buques y que aumentaba el tamaño de los petroleros, también se incrementaba el temor a los naufragios. La alarma se intensificó en los años sesenta con la construcción de enormes compañías de transporte de crudo. Además, en 1967, cuando el “Canon Torrey” encalló en el Canal de la Mancha, y arrojó 100 000 toneladas de crudo, se corroboraron esos temores. Éste fue solo el primero de muchos otros derrames mayores, lo que nos obligó a enfrentar una situación totalmente nueva. Afortunadamente, se actuó con rapidez. En un principio se utilizaron detergentes industriales para eliminar la marea negra, pero estos eran más tóxicos que el propio petróleo por lo que se reemplazaron por

dispersantes químicos avanzados que tenían diferentes formulaciones según el tipo de petróleo. También los ecologistas crearon y probaron una serie de enfoques alternativos para realizar la limpieza. No obstante, quizás lo más importante es que se reconoció que el requisito principal era prevenir los accidentes. Los gobiernos de varios países examinaron exhaustivamente el problema relacionado con la seguridad de los buques en el mar. Las investigaciones oficiales se centraron en los accidentes ocurridos en el mar e hicieron recomendaciones sobre cuestiones básicas como el diseño, la estructura, la tripulación y la ruta de los buques.

Si bien el transporte marítimo de petróleo constituye una preocupación fundamental, la producción de gas y petróleo mar adentro plantea amenazas para el medio ambiente que son totalmente independientes del transporte marítimo y ocurren en todas las etapas de la operación. En la fase exploratoria, los reconocimientos sísmicos pueden perjudicar a los mamíferos marinos y perturbar las migraciones y los peces que viven en cardúmenes. Una vez que comienza la producción, existen posibilidades de que ocurran derrames y escapes desde las plataformas, descargas de lodo de perforación, productos químicos y agua de producción, así como accidentes en los oleoductos.

Además de la descarga al océano de productos químicos potencialmente contaminantes, el aporte que hacen los organismos atrae la atención. Los seres humanos pueden transferir, de varias formas, especies no autóctonas de un ecosistema a otro como el traslado en cascos de buques, las liberaciones intencionales y no intencionales mediante la acuicultura y el movimiento a través de vías navegables en conexión. Sin embargo, en la actualidad el mecanismo más frecuente está en el agua de lastre de los buques y se calcula que a diario se transportan por todo el mundo hasta 7000 especies diferentes de esta forma. Cuando son liberadas a un nuevo hábitat, esas especies exóticas pueden sobrevivir, alterar la ecología autóctona, influir en las actividades económicas e incluso afectar a la salud humana. De hecho, las especies marinas invasivas se consideran actualmente una de las principales amenazas a los océanos del mundo, y la Organización Marítima Internacional (OMI), en colaboración con otros organismos internacionales, en particular el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), participa en un amplio programa de estudio dirigido a abordar el problema.

El desarrollo de las zonas costeras constituye otra actividad humana que repercute directamente en el medio ambiente marino. La construcción de bahías e instalaciones industriales, así como de hoteles, marinas y otros centros turísticos requieren drenar los humedales y pavimentar el litoral. Este tipo de “desarrollo” provoca la destrucción del hábitat natural y la pérdida de criaderos para peces. En el Mediterráneo, casi la mitad de la costa española actualmente se ve afectada por la construcción de instalaciones turísticas, mientras en la Riviera francesa, y alrededor de Alejandría, Atenas, Estambul y Nápoles, la mayor parte de la costa ya está desarrollada. Construcciones similares se están

llevando a cabo en la región del Caribe y en otras zonas de atracción turística. Al igual que los cambios que se operan en la interfaz tierra / mar, las actividades que se realizan en el interior, a veces a cientos de kilómetros del mar, pueden ser perjudiciales para la costa.

La manipulación de los ciclos hidrológicos debido a las presas y las obras de riego pueden alterar los regímenes hidrográficos en los estuarios, incrementando la salinidad de aguas normalmente salobres y reduciendo la entrada de sedimento. El efecto opuesto se deriva de las prácticas de uso de la tierra como la deforestación, que podría ocasionar la erosión de los suelos y el consiguiente encenagamiento de los hábitats marinos, donde la biota ha evolucionado en agua limpia, por lo que requiere de poca turbiedad para su supervivencia.

El Presente

Al evaluar la situación actual de los océanos, es conveniente pensar atendiendo a su situación general y considerar sus recursos vivos. La noticia buena es que las aguas de altamar tienen una salud

química aceptable. Las entradas de contaminantes de esas aguas provienen de dos fuentes principales: la atmósfera y el transporte marítimo. La entrada atmosférica es una mezcla diversa de todos los contaminantes ya mencionados, los cuales se mezclan en el aire que circula por todo el mundo, y con el tiempo, se precipitan en forma de deposición húmeda o seca. Sin embargo, debido a la dilución y al prolongado tiempo de permanencia que suele asociarse al transporte atmosférico, la precipitación en los océanos, aunque medible, solo da lugar a bajas concentraciones en las aguas superficiales por lo que no se detectan efectos significativos sobre la biota marina. La entrada por transporte marítimo es más concentrada, pero se limita a las vías de tráfico, y tiende a dispersarse y diluirse rápidamente, aunque hay materiales persistentes que flotan, como los plásticos y las pelotillas de alquitrán, que pueden ser transportados a grandes distancias y se acumulan en las playas. Afortunadamente, la OMI aborda muy bien todas las cuestiones relacionadas con el transporte marítimo, sobre todo en lo referente a la contaminación, en virtud de la Convención MARPOL 73/78, instrumento dinámico que evoluciona para afrontar nuevas situaciones.

Las zonas costeras del mundo, a diferencia de alta mar, presentan una situación muy diferente. Como la mayoría de las entradas de contaminantes proviene de las masas continentales, las zonas cercanas a la costa están expuestas un riesgo significativo y los mares epicontinentales adyacentes también se ven amenazados. La degradación es particularmente severa en los estuarios, donde hay una gran concentración de industrias, y en las zonas costeras, donde grandes ríos arrastran desechos desde la zona interior hasta el mar. Las bahías semicerradas con una

amplia zona urbana o agrícola, y que carecen de una entrada de agua considerable de alta mar, también son muy vulnerables.

En cuanto a los recursos vivos, a pesar de los temores que existieron en un principio, la contaminación marina no ha representado la amenaza que se temía. En realidad, el peligro para ellos es más directo: el efecto de una excesiva explotación. La disminución de las capturas de las especies preferidas y la destrucción de importantes poblaciones son ahora muy evidentes. Por otra parte, las comunidades pesqueras están sometidas a una gran presión. En la actualidad, de las principales poblaciones de peces a escala mundial, el 47% se explota a plena capacidad, el 18% es objeto de sobreexplotación y el 9% está agotado.

El Futuro

Teniendo en cuenta este análisis, ¿qué podemos decir sobre el futuro de los océanos? Un problema objeto de esmerada atención es el cambio climático mundial. Se considera que los principales factores que influyen en ese problema son el dióxido de carbono antropogénico y los

aerosoles que liberan las personas al aire. El calentamiento del clima provocará la elevación de las temperaturas y la ampliación del volumen de los océanos, así como el derretimiento de los hielos continentales que incrementará el volumen de agua dulce en los océanos, por lo que el nivel del mar aumentará. Es lamentable que aún no tengamos una comprensión cabal de los muchos procesos que tienen lugar en el sistema oceánico-atmosférico para hacer predicciones exactas sobre los cambios físicos que con toda certeza ocurrirán, ni tampoco podemos saber con claridad los efectos biológicos de los cambios en el nivel y la temperatura de los océanos. Una de las principales preguntas consiste en cómo distinguir entre la variabilidad natural de los océanos y el cambio provocado por las actividades humanas. Los investigadores buscan, con ahínco, respuestas para ésta y otras preguntas de importancia.

Aunque por el momento el cambio climático es una cuestión imponderable, la evaluación que podemos hacer sobre la situación de la contaminación marina es más optimista. El aumento de la conciencia pública es muy alentador, lo que se demuestra sobre todo en el amplio apoyo que reciben organizaciones no gubernamentales a favor del medio ambiente, como el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Amigos de la Tierra y Greenpeace. Gracias a sus esfuerzos, la industria y los gobiernos cobran cada vez más conciencia de la necesidad de tener en cuenta los problemas del medio ambiente. Prueba de ello es que, en la actualidad, en los informes anuales de cada compañía de petróleo y de gas figura una sección principal sobre este tema. En general, el futuro parece prometedor aunque sea solo porque la conciencia sobre la necesidad de mejorar la situación de los mares se refleja con firmeza en numerosos tratados y acuerdos internacionales. Tal vez estos no se ratifiquen

en su totalidad en todo el mundo, pero ya se adoptó el marco para lograr ese fin. Además, las llamadas cumbres sobre el medio ambiente se celebran periódicamente y a pesar de que pueden ser objeto de críticas por no ser totalmente eficaces, sí centran su atención en los temas importantes y estimulan a los gobiernos a emprender acciones.

Un aspecto que suscita verdadera preocupación es el futuro de la pesca. Está claro que los peces, a diferencia del petróleo, pueden ser un recurso sostenible si la ordenación piscícola es adecuada. Se está de acuerdo en general en que la disminución de las labores de pesca es indispensable para garantizar poblaciones sostenibles de peces. Por último, se reconoce que la ordenación de las poblaciones no debe realizarse por especies, ni por zonas de pesca, sino en el contexto de ecosistemas completos. Sin embargo, solo los pescadores y los políticos pueden adoptar las medidas necesarias. Lamentablemente, la mayoría de los pescadores no abordan este problema como corresponde. Muestran renuencia a mirar hacia el futuro y parecen incapaces de reconocer que las ganancias a corto plazo equivalen a la destrucción a largo plazo. El problema principal consiste en que la mayoría de los políticos no han logrado, hasta el momento, convencer a los pescadores, que son sus electores. En la actualidad, la ciencia permite ofrecer el asesoramiento necesario en materia de ordenación. También es imprescindible que la industria pesquera participe en la adopción de decisiones relativas a la ordenación y tenga debidamente en cuenta los aspectos socioeconómicos. Por consiguiente, si bien se dispone de todos los elementos para implantar una ordenación satisfactoria, dista de estar claro si se tomarán las medidas necesarias para garantizar la sostenibilidad de la pesca. Sin embargo, existen algunos indicios alentadores. La sensibilización del público sobre el problema aumenta y sí parece que los políticos están apoyando las acciones, aunque sea a regañadientes. Ello se refleja en las recomendaciones formuladas en la Cumbre sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada recientemente en Johannesburgo, en la cual se hizo un llamamiento a favor del restablecimiento para 2015 de las poblaciones de peces del mundo que están considerablemente agotadas. Quizás ese objetivo sea inalcanzable, pero vale la pena proponérselo.

El profesor Alasdair McIntyre ha trabajado en el Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino, en Mónaco (www.iaea.org/monaco) en varias esferas. Es profesor emérito en Pesquería y Oceanografía, en la Universidad de Aberdeen. Su carrera científica abarca 40 años en el Laboratorio Marino de Aberdeen, perteneciente al Departamento de Agricultura y Pesca en Escocia, actual Servicio de Investigaciones Pesqueras, donde realizó y dirigió investigaciones sobre ecología marina, pesca y contaminación. En 1983, fue nombrado Director de Investigaciones pesqueras para Escocia, y en 1986, fue designado Coordinador de Investigaciones y Desarrollo Pesqueros del Reino Unido. Correo electrónico: a.d.mcintyre@abdn.ac.uk

Aprovechamiento de las aguas oceánicas

Los diseñadores de centrales nucleares prestan una atención más esmerada al mundo en desarrollo al crear reactores que pueden tener un doble propósito: producir electricidad y, desde el punto de vista económico, convertir el agua de mar en agua dulce potable. El sistema de producción gemela se conoce como "desalación nuclear".

Según los expertos, la economía es la clave para el futuro de la desalación nuclear, con el diseño de reactores avanzados que prometen reducir los costos al convertir el agua de mar en agua dulce. Para los países en desarrollo que enfrentan crisis de agua, esto constituye una gran atracción.

La tecnología de la desalación, o desalación del agua de mar no es nueva. En los últimos cincuenta años, se ha incrementado su uso, en particular en el Oriente Medio y en África septentrional donde el agua dulce escasea. En todo el mundo funcionan más de 7000 instalaciones de desalación, las cuales tienen un alto consumo de energía y, por lo general, extraen el vapor o la electricidad que necesitan de plantas de combustibles fósiles convencionales. Sin embargo, a medida que aumenta la preocupación ecológica por las emisiones de gas de efecto invernadero, se buscan otras fuentes de energía menos contaminantes.

La tecnología de acoplamiento de la energía nuclear a las plantas de desalación, ya se ha extendido en el Japón y Kazajstán, donde las instalaciones comerciales han estado funcionando desde los años setenta.

En una conferencia internacional sobre desalación nuclear, celebrada en Marruecos a finales de 2002, especialistas de más de 35 países evaluaron los avances alcanzados a nivel mundial, incluidas las perspectivas de las centrales nucleares. Se informó a los participantes que los diseños avanzados de reactores refrigerados por gas a altas temperaturas eran una opción competitiva, segura y menos contaminante para las plantas de combustibles fósiles convencionales. Además de generar electricidad, cuando estos reactores se acoplan a una instalación de desalación pueden producir agua dulce a un valor de un dólar aproximadamente por cada dos metros cúbicos.

La India aspira a que en 2003 esté en explotación su planta de demostración de desalación, que se construye en Kalpakkam, en el sudeste del país. El jurado aún no ha determinado su eficacia en función de los costos, ya que utiliza un modelo más antiguo de reactor de agua pesada. Sin embargo, dicha planta proporcionará capacitación y realizará investigaciones para solucionar los déficit de agua dulce que afrontan los habitantes de la región meridional de la India.

El Sr. Mabrouk Methnani, funcionario técnico de la Sección de Desarrollo de la Tecnología Núcleoeléctrica, del



OIEA, dijo que en el pasado los diseñadores de reactores nucleares no tenían en cuenta al mundo en desarrollo, y que no se ponía énfasis en el acoplamiento de una unidad de desalación al reactor. La situación está cambiando porque, para superar esa deficiencia, se desarrollan reactores pequeños y medianos.

En la conferencia se señaló que el Pakistán se propone resolver su escasez de agua dulce con la desalación nuclear y lograr que una instalación esté funcionando en 2005. Se ha solicitado al OIEA que preste asistencia técnica, como ha hecho en el caso de la India.

La conferencia fue organizada por dos organizaciones no gubernamentales, a saber, el Consejo Mundial de Trabajadores Nucleares (WONUC) y la Asociación Marroquí de Ingenieros Nucleares (AIGAM), con la cooperación del OIEA y del Consejo Hidrológico Mundial. Durante la conferencia, expertos del organismo celebraron una sesión de un día de duración acerca de los "Avances en la desalación nuclear". La sesión tuvo un carácter fundamentalmente técnico y destacó las características tecnológicas, incluidos el diseño, el acoplamiento, los aspectos económicos y de seguridad de las plantas de desalación nuclear. Muchos autores se refirieron al programa del OIEA conocido como DEEP que significa Programa de evaluación económica de la desalación, como su principal mecanismo para analizar la desalación nuclear, e hicieron un llamamiento para continuar desarrollándolo. El DEEP es el único mecanismo existente que proporciona estimaciones iniciales del costo de la desalación nuclear frente a la convencional.

Para más información, consulte las páginas web del OIEA, en <http://www.iaea.org/programmes/ne/nenp/nptds/ndesal/index.htm>