




El Una ventana abierta al mundo Correo

Enero 1977 (Año XXX) Precio : 2,80 francos franceses

A dramatic, close-up photograph of two fish heads, likely sharks or large predatory fish, with their mouths wide open. The fish are positioned vertically, one on the left and one on the right, against a dark, almost black background. The lighting is focused on the fish, highlighting the texture of their skin, the sharp teeth in their mouths, and the large, prominent eyes. The overall mood is mysterious and intense.

**¿ A QUIEN
PERTENECE
EL OCEANO ?**



Foto George Holton © Photo Researchers, Inc., Nueva York

TESOROS DEL ARTE MUNDIAL

116

Honduras

Personaje maya

En los más de mil años que duró la historia maya, hasta la conquista española, se fue desarrollando un arte sobremanera rico y refinado que hoy se concreta en nombres famosos como Chichén Itzá y Palenque en México, Petén en Guatemala y Copán en Honduras. A este último centro cultural pertenece la estela aquí reproducida (detalle), ejemplo acabado del arte maya clásico (siglo VIII de nuestra era). La figura esculpida en altorrelieve — un sacerdote o un caudillo — aparece en una actitud de impasible serenidad. La indumentaria, suntuosa y elegante, presenta un conjunto de motivos cuyo carácter barroco prefigura vigorosamente lo que después de la conquista iba a ser el exuberante arte barroco hispanomexicano.

PUBLICADO EN 15 IDIOMAS

Español	Arabe	Hebreo
Inglés	Japonés	Persa
Francés	Italiano	Portugués
Ruso	Hindi	Neerlandés
Alemán	Tamul	Turco

Publicación mensual de la UNESCO
(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)

Venta y distribución
Unesco, Place de Fontenoy, 75700 París

Tarifa de suscripción anual :
28 francos.

Tapas para 11 números : 24 francos.

Los artículos y fotografías que no llevan el signo © (copyright) pueden reproducirse siempre que se haga constar "De EL CORREO DE LA UNESCO", el número del que han sido tomados y el nombre del autor. Deberán enviarse a EL CORREO tres ejemplares de la revista o periódico que los publique. Las fotografías reproducibles serán facilitadas por la Redacción a quien las solicite por escrito. Los artículos firmados no expresan forzosamente la opinión de la Unesco o de la Redacción de la revista. En cambio, los títulos y los pies de fotos son de la incumbencia exclusiva de esta última.

Redacción y Administración :
Unesco, Place de Fontenoy, 75700 París

Director y Jefe de Redacción :
Sandy Koffler

Subjefes de Redacción :
René Caloz
Olga Rödel

Redactores Principales :
Español : Francisco Fernández-Santos
Francés : Jane Albert Hesse
Inglés : Ronald Fenton
Ruso : Victor Goliachkov
Alemán : Werner Merkli (Berna)
Arabe : Abdel Moneim El Sawi (El Cairo)
Japonés : Kazuo Akao (Tokio)
Italiano : Maria Remiddi (Roma)
Hindi : H. L. Sharma (Delhi)
Tamul : M. Mohammed Mustafa (Madrás)
Hebreo : Alexander Broïdo (Tel Aviv)
Persa : Fereyduñ Ardalan (Teherán)
Portugués : Benedicto Silva (Río de Janeiro)
Neerlandés : Paul Morren (Amberes)
Turco : Mefra Telci (Estambul)

Redactores :
Español : Jorge Enrique Adoum
Francés : Philippe Ouannès
Inglés : Roy Malkin

Ilustración : Anne-Marie Maillard †

Documentación : Christiane Boucher

Composición gráfica : Robert Jacquemin

La correspondencia debe dirigirse al Director de la revista.

4 ¿A QUIEN PERTENECE EL OCEANO ?

La cuestión candente de las riquezas oceánicas en la perspectiva de un nuevo orden económico mundial
por Maria Eduarda Gonçalves

9 ORO NEGRO BAJO EL MANTO DE NEPTUNO

Fotos

10 TEMPESTAD SOBRE EL MAR

Largo debate organizado por las Naciones Unidas en torno al nuevo derecho internacional del mar
por Mario Ruivo

14 LA UNESCO Y LA OCEANOGRAFIA

16 LAS PROMESAS DEL OCEANO

Centenares de científicos reunidos para estudiar el presente y el futuro de los océanos
por Dan Behrman

18 ALGUNOS HITOS DE LA HISTORIA OCEANICA

Fotos

23 EL CANTO DE CISNE DE LAS BALLENAS

Fotos

24 LOS REMOLINOS, ENERGIA SECRETA DEL MAR

por Constantin N. Fedorov

26 « TAMBIEN SE MUERE EL MAR »

por Dan Behrman

28 EL OCEANO EN UN TUBO DE ENSAYO

por Timothy R. Parsons

30 EXPLORANDO LA GRAN FALLA ATLANTICA A TRES MIL METROS DE PROFUNDIDAD

por Xavier Le Pichon

33 LOS LECTORES NOS ESCRIBEN

34 LATITUDES Y LONGITUDES

2 TESOROS DEL ARTE MUNDIAL

HONDURAS : Personaje maya

Nuestra portada



Foto © Aldo Margiocco. Campomorone, Italia

Para hacer un inventario de las fabulosas riquezas que guarda el océano — recursos pesqueros, yacimientos de mineral y de petróleo — y explotarlas de manera óptima y razonable, es preciso conocer mejor, en todos sus aspectos, ese « continente líquido » que ocupa las siete décimas partes de nuestro planeta. El presente número de *El Correo de la Unesco* está dedicado a los logros de la cooperación internacional en materia de oceanografía y a la elaboración de un nuevo derecho del mar, integrado a un nuevo orden económico mundial, que permita el acceso de todos los países a los recursos del océano. En la portada, dos peces luminosos, generalmente llamados « hachas de plata », que viven en las grandes profundidades marinas.

¿A QUIEN PERTEN

**La cuestión
candente del
aprovechamiento
de las riquezas
oceánicas en la
perspectiva de un
nuevo orden
económico mundial**

**por Maria Eduarda
Gonçalves**

MARIA EDUARDA GONÇALVES, jurista portuguesa y miembro de la delegación de Portugal en la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, pertenece al servicio de relaciones internacionales y de cooperación de la Secretaría de Estado para la Pesca, de Lisboa. Es autora de numerosos estudios sobre derecho marítimo y protección del medio ambiente.

Foto H. W. Silvester © Rapho, París

DURANTE siglos los océanos fueron considerados como *res nullius*. En ellos imperaba el principio de la libertad de los mares, formulado por Grocio en 1603, cuyo resultado fue el dominio, la exploración e incluso el reparto de los océanos por las naciones marítimas y poderosas de antaño, empeñadas en crear grandes flotas para el descubrimiento y la apropiación de los « nuevos mundos » y de los mares desconocidos.

Con el transcurso del tiempo, y sobre todo por razones de defensa, la costumbre y la práctica de las na-

ciones acabó por consagrar la norma de que, hasta tres millas de distancia de las costas de un país marítimo — es decir, el alcance máximo de los cañones de la época — el Estado ejercía un derecho de soberanía; por consiguiente, el principio de la libertad de los mares se aplicaba tan sólo a partir de ese límite.

En una fase histórica más reciente, en la que empezó a ponerse en tela de juicio la idea, durante mucho tiempo aceptada, de que los mares constituían una fuente inagotable de recursos vivos y un medio capaz de absorber todos los desperdicios y substan-



¿QUE ES EL OCEANO ?

En él vertidos, numerosos Estados subdesarrollados emprendieron el proceso de desarrollo económico, y justamente entonces algunos de ellos tomaron la iniciativa de ampliar unilateralmente hasta 200 millas su zona de soberanía, con objeto de aprovechar y proteger los recursos pesqueros, mientras otros Estados, desarrollados éstos, extendían su jurisdicción a la plataforma continental, con la esperanza de poder explotar sus recursos minerales.

Por su parte, las Naciones Unidas organizaron, en 1958 y 1960, las dos primeras conferencias sobre el

derecho del mar, pensando sobre todo en establecer unos nuevos límites del mar territorial, así como unos principios para la conservación de los océanos y de sus recursos biológicos, aparte de los aspectos más tradicionales relacionados con la navegación y con las comunicaciones.

Mientras tanto, los mares seguían constituyendo un potencial de recursos que ofrecía excelentes perspectivas de aprovechamiento para el futuro, sobre todo si se administraba de un modo racional. Las investigaciones recientes, efectuadas en el fondo del mar más allá de las zonas de juris-

dicción nacional y a gran profundidad, han permitido descubrir abundantes recursos minerales — por ejemplo, nódulos de manganeso —. Ello ha incitado a los Estados muy industrializados a elaborar una nueva tecnología que facilite la exploración de los mismos.

Ante esta perspectiva concreta, el representante de Malta propuso en la Asamblea de las Naciones Unidas, en 1967, que se tomaran medidas inmediatas para reglamentar el uso de los recursos minerales del fondo de los océanos y garantizar que su explotación persiga fines pacíficos y

redunde en beneficio de toda la humanidad. Se temía que, a consecuencia de los progresos tecnológicos, tales recursos, situados más allá de los límites de la jurisdicción nacional, fuesen aprovechados competitivamente por las naciones muy desarrolladas, con las consiguientes ventajas estratégicas para ellas y en detrimento de los países en desarrollo.

La III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, iniciada en 1974, surgió en gran parte de la necesidad de instituir normas internacionales relativas a las nuevas formas de aprovechamiento de los océanos, que en lo esencial escapan a la legislación tradicional.

Mientras tanto, el acceso a la independencia de un número considerable de nuevos Estados que no habían intervenido en la formulación del derecho marítimo tradicional y que se percataban de la importancia de los recursos situados en sus costas para la alimentación de sus habitantes y para la realización de sus objetivos de desarrollo económico y social, la creciente atención dedicada a los problemas de protección de los recursos vivos y del medio marino y la propia defensa de la soberanía, fueron algunos de los factores que impulsaron a los Estados Miembros de las Naciones Unidas a aceptar la necesidad de emprender esa negociación, encaminada a establecer un marco jurídico para dichos asuntos, de modo tal que el aprovechamiento de los océanos, en lugar de constituir una fuente constante de tensiones y conflictos, se

desarrollara en un clima de armonía y de respeto mutuo.

Como ya se ha dicho, uno de los temas más importantes en debate es el relacionado con los problemas de la exploración y aprovechamiento de los minerales del fondo de los océanos más allá de las zonas de jurisdicción nacional.

Se parte del principio, aceptado actualmente por la comunidad internacional, de que esos recursos pertenecen al patrimonio común de la humanidad y, por consiguiente, no deben ser objeto de apropiación por los países que tengan capacidad inmediata de extraerlos y que de ese modo se beneficiarían exclusivamente de su explotación. Por el contrario, deben ser administrados por una autoridad internacional, todavía por crear, en la que estén representados en un plano de igualdad todos los Estados.

La propuesta Autoridad Internacional del Fondo Marino constituiría una innovación revolucionaria entre las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, ya que se regiría por los nuevos principios que inspiran las relaciones internacionales, a saber, que la exploración de los océanos más allá de las zonas de jurisdicción nacional debe llevarse a cabo exclusivamente con fines pacíficos y que los beneficios derivados de ella deben repartirse equitativamente entre todos los Estados, tomando particularmente en consideración las necesidades de los países en desarrollo.

Sin embargo, la autonomía y cier-

tas características de ese organismo suscitan reservas entre los países más desarrollados, los cuales desean garantizar la exploración del fondo de los mares por empresas multinacionales que, en los últimos años, han invertido sumas muy considerables para elaborar técnicas de exploración y recogida de los nódulos de mineral en el fondo de los océanos, fuente importante de manganeso, cobre, níquel, cobalto y otros minerales.

Hoy existe un acuerdo prácticamente general en lo que atañe a otros puntos importantes, esencialmente el relativo a la adopción de una zona económica de 200 millas en la que el Estado ribereño tenga, entre otras atribuciones, una jurisdicción exclusiva sobre los recursos vivos, incluida la facultad de determinar la pesca total que se puede efectuar en ella o el excedente no utilizado que quepa conceder por acuerdo mutuo a otros Estados.

Esta innovación constituirá también un progreso hacia una mejor redistribución del aprovechamiento de los recursos vivos de los océanos, impidiéndose con ello que las grandes potencias marítimas, responsables de la excesiva explotación de muchas especies pesqueras, tengan libre acceso a las aguas costeras de los países ribereños. Al contrario de lo que viene ocurriendo hasta ahora, los Estados podrían finalmente controlar la exploración y administración de los recursos marinos en una zona de 200 millas a partir de su costa, lo



Foto © Yvon Balut, Terres Australes et Antarctiques Françaises, Paris



SEIS MILLONES DE TONELADAS DE MINERAL ANUALES

Tal parece ser la astronómica cantidad anual de nódulos de mineral (arriba) que produce el océano Pacífico solo. Varios miles de millones de toneladas de esos nódulos se acumulan en dicho océano, formando yacimientos para cuya explotación se ensayan diferentes técnicas. A la izquierda, aparato para extraer sedimentos marinos. En él pueden observarse los nódulos de mineral recogidos a unos 4.000 metros de profundidad en la cuenca de Madagascar durante una misión oceanográfica francesa efectuada en mayo de 1976.

En 1974, la producción pesquera mundial fue superior a 60 millones de toneladas. Cerca del 90 por ciento de las capturas provienen de zonas de « alta mar » que muy bien podrían convertirse pronto en « zonas económicas exclusivas » sometidas a la jurisdicción del Estado costero. Son muchos los países para los que la pesca constituye una de las principales fuentes de alimentos. Es el caso, por ejemplo, de Sri Lanka. A la derecha, mosquitos de pesca en la playa de Negombo, al norte de Colombo.



Foto David Holden © Panmage, París

cual tiene una importancia fundamental para los países en desarrollo.

En realidad, al ser objeto de una extensión de las jurisdicciones nacionales, un tercio de los océanos dejará de ser « alta mar » (sujeta al principio de la libertad de los mares) y quedará sometido a la jurisdicción nacional de los Estados ribereños.

Aunque en adelante incumba a esos Estados la reglamentación de la exploración de los recursos en las zonas económicas, las organizaciones de pesca mundiales y regionales, que reúnen a esos Estados y a otros países interesados en cada zona y que ejercen funciones de gestión de los recursos marinos, seguirán desempeñando un papel importante en el fomento de la cooperación científica, en el acopio y la difusión de informaciones y en el establecimiento de formas de asistencia técnica, todo ello con vistas a incrementar la capacidad de los Estados costeros para explorar y aprovechar íntegramente los recursos de sus zonas. Tales funciones son sobre todo necesarias en lo que respecta a los recursos correspondientes a zonas oceánicas de varios Estados o a las especies comerciales muy migratorias, como el atún.

Este nuevo régimen jurídico de los océanos vendrá así a integrarse en el actual proceso de elaboración de un nuevo orden económico mundial basado en la cooperación internacional y el respeto mutuo y encaminado a reducir las desigualdades entre los países subdesarrollados y los que están en una fase avanzada de desarrollo.

Al tratar de engarzar el régimen de los océanos en el nuevo orden económico internacional, la Conferencia de las Naciones Unidas no se

enfrentó solamente con el problema de la prioridad que debe otorgarse a las naciones en desarrollo sino también con el de las limitaciones que para algunos países supone el hecho de carecer de acceso directo al mar (países sin litoral) o de encontrarse en una situación geográfica desfavorable por tener un litoral reducido.

En lo tocante a la protección del medio marino, especialmente contra la contaminación, la extensión de la jurisdicción de los Estados costeros hasta las 200 millas obliga a definir las competencias nacionales en esta esfera y a armonizar las normas de control de cada Estado con las adoptadas en el plano regional e internacional. Se trata con ello de lograr una

protección adecuada contra actividades o accidentes que puedan constituir una fuente de contaminación nacional, previniéndose contra la contaminación provocada por petroleros u otros barcos y por operaciones de inmersión de sustancias contaminantes, y evitando que lo que ocurra en una zona pueda repercutir en otras.

También con respecto a las investigaciones oceanográficas, los Estados costeros en desarrollo pretenden que se les reconozca el derecho a controlar esas actividades cuando las llevan a cabo entidades o barcos extranjeros cerca de sus costas (véase el artículo de la página 10).



Un nuevo derecho del mar o cómo desembrollar el embrollo

Dibujo © de Horst tomado de Der Oeferblick, Hamburgo

En general, los países menos desarrollados esperan beneficiarse del nuevo régimen jurídico de los océanos para acelerar su desarrollo económico y social, pero tropiezan con dificultades derivadas de la falta de una infraestructura adecuada, de conocimientos científicos y técnicos y de capital, por no hablar ya del freno que entraña el alto costo de una tecnología concebida en los países desarrollados.

Estos aspectos han sido profundamente debatidos en la Conferencia y todo mueve a pensar que se tendrán en cuenta en la futura convención mediante la adopción de unos principios que fomenten la transferencia de tecnología, si bien los países muy desarrollados procurarán imponer lo que consideren justo pago de las patentes y del material y equipo.

Cabe prever que, tratándose de materias tan complejas, en las que entran en juego intereses importantes, a menudo vitales, para los Estados, surjan diferencias de interpretación e incluso conflictos en la aplicación del futuro régimen de los océanos.

Hay que tener también presente que el acuerdo final sobre tales materias será resultado de una transacción, es decir, de concesiones de los diversos Estados participantes, y se basará en gran parte en normas necesariamente ambiguas por razones de negociación. De ahí la necesidad de establecer órganos y dispositivos internacionales que faciliten la prevención y la solución de los posibles conflictos.

No hace falta recalcar la importancia de que esos conflictos puedan resolverse recurriendo a medios pacíficos y rápidos, con arreglo al espíritu de la Carta de las Naciones Unidas, para no menoscabar la cooperación y el entendimiento mutuos y la solución de los problemas prácticos relacionados con la utilización de los océanos. En este sentido, la Conferencia ha estudiado los diversos mecanismos a los que podrán recurrir los Estados para allanar sus divergencias y, más concretamente, los mecanismos ya clásicos — arbitraje, Corte Internacional de Justicia de La Haya — y un organismo nuevo, o Tribunal del Derecho del Mar, en el que habrán de estar mejor representados los países en desarrollo.

La demora en la adopción de la Convención incitará sin duda a muchos Estados a consagrar los nuevos derechos sobre el aprovechamiento de los recursos de los mares mediante actos unilaterales, es decir, mediante una legislación nacional. Signo precursor de esta tendencia es la reciente extensión de las aguas jurisdiccionales en forma de zonas económicas exclusivas decidida por varios países.

Por otro lado, se corre el riesgo de que las grandes empresas multinacionales de los Estados Unidos de América no se avengan a esperar hasta la conclusión de las negociaciones y fuercen la exploración inmediata

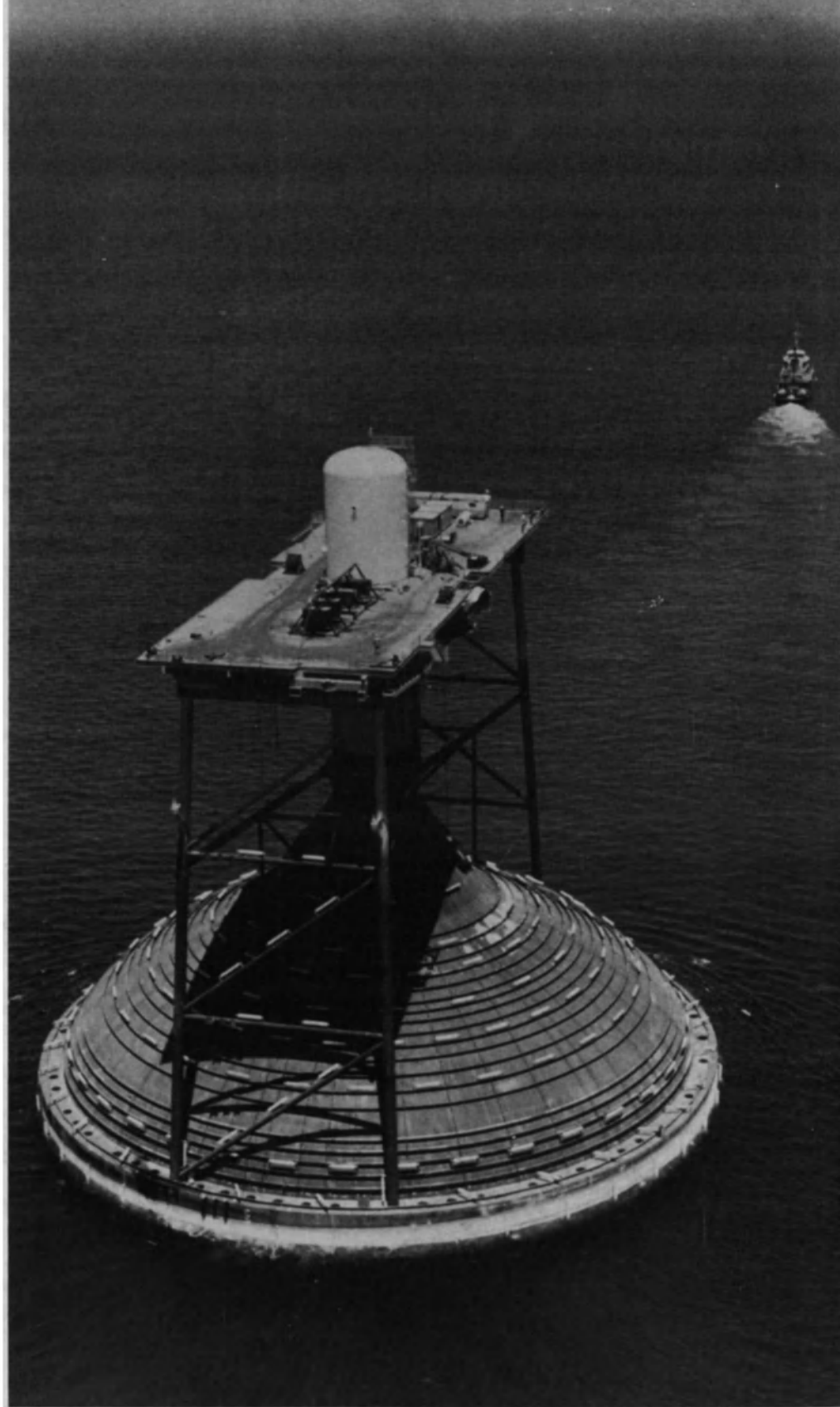


Foto © Parimage, París

del fondo de los océanos, de manera unilateral, sin límites ni condiciones, en beneficio exclusivo de quienes menos lo necesitan. Esta situación puede suscitar tensiones y agudizar los conflictos entre los miembros de la comunidad internacional.

En la práctica, está ya en marcha el proceso de elaboración de un nuevo derecho del mar que, como suele ocurrir, impondrá el reconocimiento de un régimen distinto que tenga en cuenta las ideas de un nuevo orden económico mundial y que esté do-

tado de instituciones adecuadas y capaces de garantizar su ejecución en beneficio de la comunidad internacional y respetando los legítimos intereses nacionales.

Maria Eduarda Gonçalves

En 1947 se instaló en el golfo de México la primera plataforma flotante para prospecciones petroleras submarinas. En los treinta años últimos la producción de petróleo en el mar se ha desarrollado de manera tan espectacular que actualmente existen en el mundo más de 200 de estas plataformas, cuya producción anual es superior a los 500 millones de toneladas. La mayor parte de las regiones petrolíferas submarinas en explotación se sitúan dentro de las aguas jurisdiccionales de los Estados costeros. Los pozos de petróleo en el mar plantean a veces serios problemas de almacenamiento. En las fotos : a la izquierda, un enorme depósito, con capacidad para 15.000 toneladas, es remolcado hacia los lugares de extracción en aguas de Dubai (Emiratos Arabes Unidos); abajo a la derecha : las torres petroleras pululan frente a Koweit; a la derecha : una plataforma de prospección, deformada por el objetivo fotográfico, en las aguas de Arabia Saudita; abajo, otra plataforma, provista de un área de aterrizaje para helicópteros, frente a Port Gentil, Gabón.

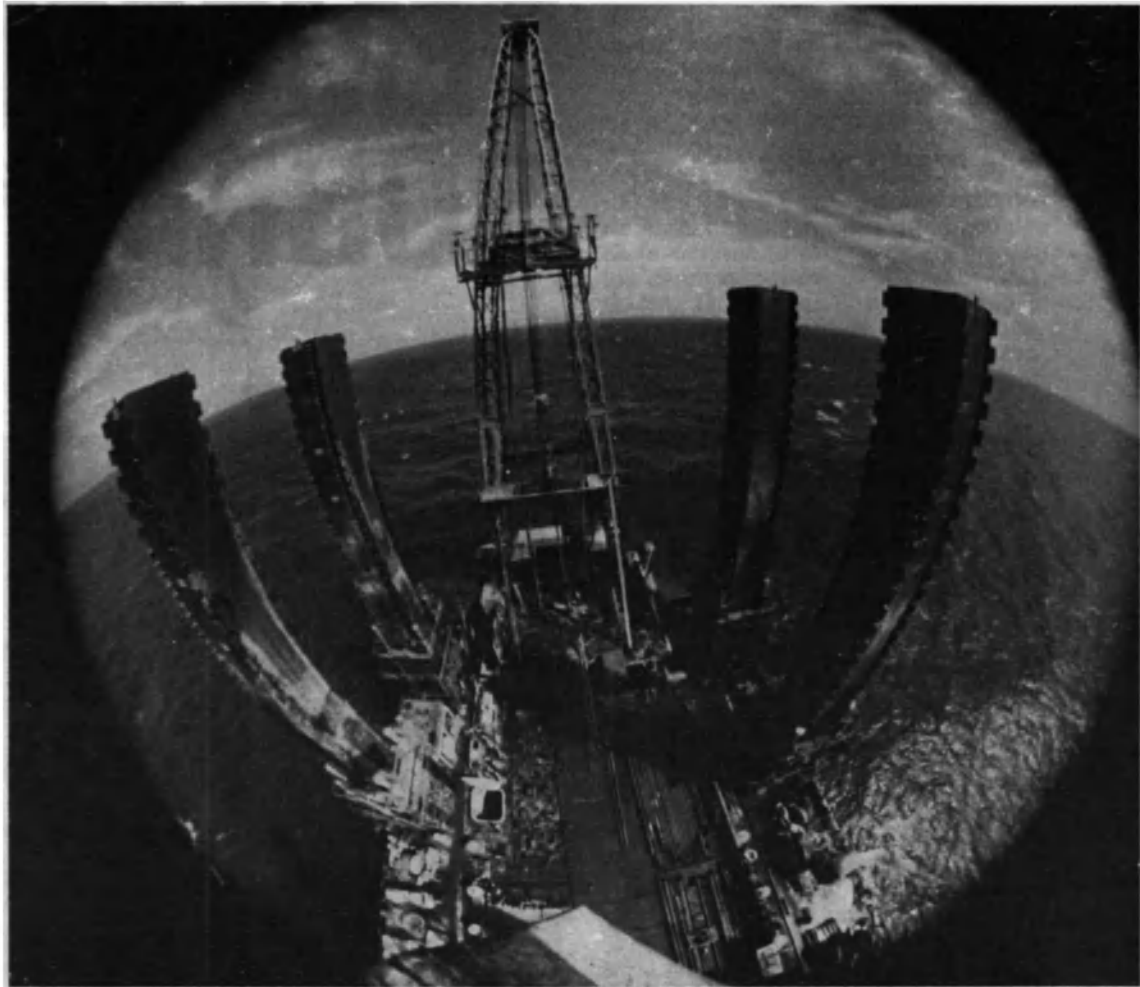


Foto Fred Peer © Parimage, Paris

ORO NEGRO BAJO EL MANTO DE NEPTUNO

Foto John Bryson © Parimage, Paris

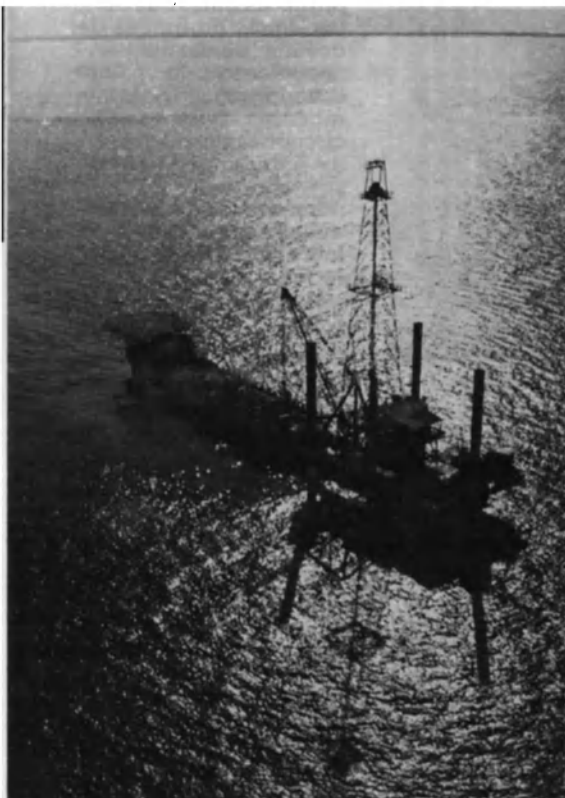


Foto Leon Herschtritt © Parimage, Paris



TEMPESTAD SOBRE EL MAR

por Mario Ruivo

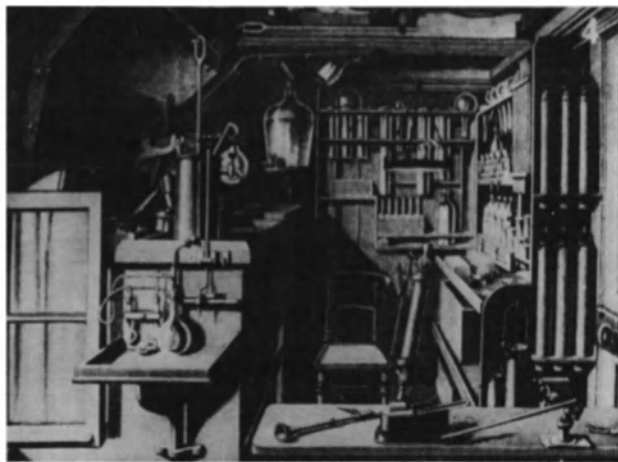
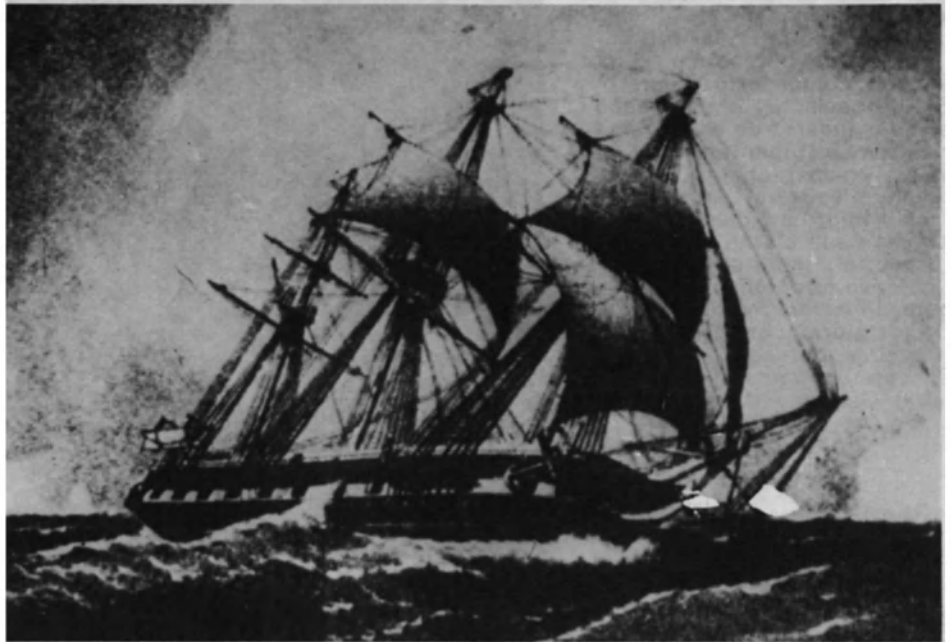
DE entre las grandes expediciones oceánicas, la del *Challenger* (1872-1876) representó un hito histórico en la evolución de las ciencias del mar, el primer esfuerzo organizado de investigación oceanográfica en escala mundial, encaminado a obtener un mejor conocimiento de los mares, de los organismos que en ellos viven y de los fondos oceánicos.

El principio de la libertad de los mares facilitó la realización de campañas de investigación oceanográfica. El creciente interés por los mares suscitó incluso la creación de laboratorios marinos en zonas especialmente interesantes desde el punto de vista científico, sin que las autoridades nacionales impusieran restricción alguna. Gracias a ello los científicos de países sin litoral o distantes podían disponer de las facilidades necesarias para la realización de sus trabajos que, en gran parte, se efectuaban en las zonas costeras sometidas al régimen de soberanía.

Tal fue el caso de la Estación Zoológica Rusa (1884) establecida en Villefranche-sur-Mer (Francia) y de la Estación Zoológica de Nápoles (1872) fundada por F. A. Dohrn y otros científicos alemanes para realizar estudios en el Mediterráneo. Esas instituciones fueron las precursoras de las formas de cooperación ampliada que casi un siglo después iban a surgir con las auspicios de organismos internacionales, pero esta vez con unas limitaciones nacionales cada vez más acentuadas.

A principios del siglo XX se estableció el primer mecanismo formal de cooperación intergubernamental en este campo, al crearse (en 1902) el Consejo Internacional para la Exploración del Mar, fundado por países del norte de Europa, con la finalidad de facilitar el intercambio de informa-

MARIO RUIVO, biólogo portugués, es presidente del comité de trabajo del programa de Investigación Global de la Contaminación en el Medio Marino, organismo dependiente de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Es director del Departamento de investigaciones y de protección de los recursos biológicos y del medio marino de la Secretaría de Estado para la Pesca, de Portugal, y presidió la delegación de su país en la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.



El 30 de diciembre de 1872 la corbeta británica *Challenger* (arriba) extrajo las primeras muestras de las aguas profundas del océano, dando así nacimiento a la oceanografía moderna. Durante una circunnavegación que iba a durar hasta 1876 se efectuaron numerosos análisis del agua marina en el laboratorio de la nave (a la izquierda).

Fotos Unesco

ciones e ideas sobre los recursos vivos y sus fluctuaciones y sobre los fenómenos que afectan a la pesca, logrando una exploración más eficaz mediante la coordinación de las actividades de investigación oceanográfica de los laboratorios y especialistas interesados.

Las campañas oceanográficas siguieron llevándose a cabo sin otras limitaciones, para los barcos extranjeros, que la derivada del régimen tradicional de las tres millas de mar territorial. La cooperación internacional se fue ampliando, sobre todo entre las instituciones de los países desarrollados del Hemisferio Norte,

pero este proceso quedó interrumpido por la Segunda Guerra Mundial.

El periodo de 1945 a 1960 se caracterizó por la reactivación del tradicional aprovechamiento pacífico de los océanos, inicialmente por las potencias marítimas y, progresivamente, por un número creciente de países en desarrollo, que veían en la exploración de los recursos marinos grandes posibilidades para el desarrollo económico y social a que aspiraban.

A consecuencia de este proceso acelerado, se agudizaron los problemas y conflictos derivados de formas de aprovechamiento y de exploración intensivas. Estos problemas y conflic-

Largo debate organizado por las Naciones Unidas en torno al nuevo derecho internacional del mar

tos cobraron una gravedad cada vez mayor cuando, de ser locales y sectoriales (por ejemplo, la pesca excesiva de una determinada especie en una zona geográfica dada), pasaron a tener repercusiones regionales e incluso mundiales, en muchos casos de carácter intersectorial (por ejemplo, la contaminación del litoral provocada por un accidente de navegación de un petrolero y sus efectos sobre los recursos vivos y el turismo). Surgieron con ello nuevos riesgos y se hizo patente la necesidad de establecer normas internacionales y una legislación adaptada a las nuevas situaciones y a los intereses crecientes de la comunidad mundial.

La primera reacción encaminada a proteger los recursos vivos vino de ciertos Estados de América Latina, encabezados por Perú, los cuales formularon el concepto de «mar patrimonial», como zona de soberanía que se extendía hasta un límite de 200 millas. Los Estados Unidos de América, más adelantados tecnológicamente, se aseguraron, en virtud de una declaración del Presidente Truman (1945), la posesión de los recursos naturales del fondo del mar y de su subsuelo en su propia plataforma continental.

Se produjo también un extraordinario desarrollo general de las actividades de investigación científica, estimuladas, por un lado, por el deseo de conocer mejor los océanos y, por otro, por la necesidad práctica de crear los centros de información y de datos indispensables para el establecimiento de nuevas técnicas, la exploración racional y las medidas de protección y conservación de los recursos y del medio marino.

Como vemos, la posguerra se caracterizó por una reactivación espectacular de la colaboración entre científicos e instituciones, sobre todo en los países desarrollados, bien en el ámbito regional (por ejemplo, Expedición Internacional al Océano Índico-IOE-), bien con respecto a temas específicos (surgencias, productividad, evaluación de los recursos, contaminación, etc.), con participación creciente de los países en desarrollo.

Las investigaciones oceanográficas, que antes eran sectoriales, tienden ahora a adquirir un carácter pluridisciplinario y, en algunos casos, glo-

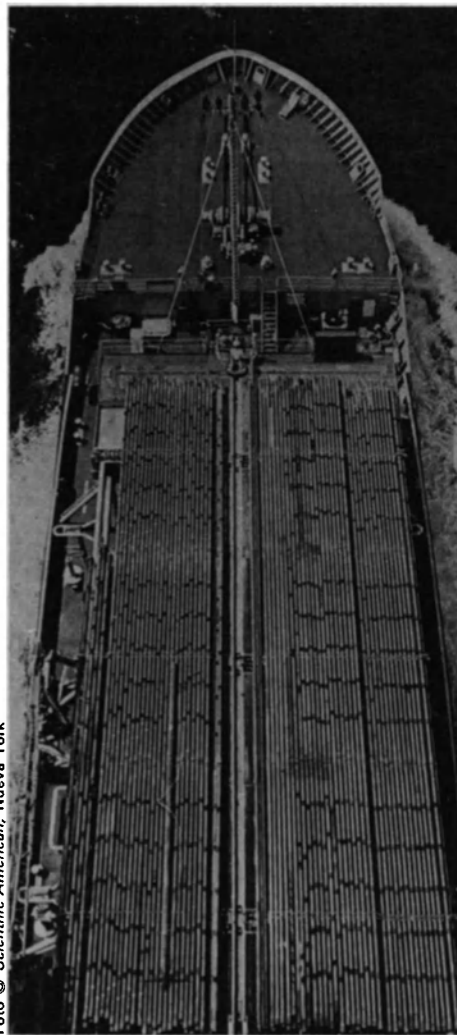


Foto © Scientific American, Nueva York

Vista de la proa del navío norteamericano de investigaciones oceanográficas *Glomar Challenger*, así bautizado en recuerdo del primer barco oceanográfico, el *Challenger* británico. Obsérvense en el puente los tubos para la perforación en aguas profundas (a varios miles de metros de la superficie), gracias a la cual se han podido mejorar los conocimientos sobre la composición de la corteza terrestre bajo los mares.

bal: A fines del decenio de 1960, cabía considerar que la actividad científica era un elemento indispensable de todo programa de desarrollo económico o de toda acción relativa al océano.

La creación de las Naciones Unidas, en 1945, y de las organizaciones de su sistema, algunas de las cuales se relacionan total o parcialmente con los asuntos oceánicos (Unesco, FAO, OMM, OCMI, etc.), hizo posible la cooperación amistosa entre las naciones con miras a solucionar los problemas internacionales de carácter económico, social y cultural, entre ellos los relativos a las investigaciones oceánicas. En este punto, a la Unesco le corresponden méritos especiales en lo que se refiere al fomento de las ciencias del mar y a la formación de personal científico y técnico.

La descolonización y el acceso a la independencia de numerosos territorios reforzaron el grupo de países en desarrollo que, progresivamente, fueron tomando conciencia de lo que les une y de las desigualdades que los separan de los países desarrollados. Ello les impulsó a organizarse para defender posiciones comunes, lo cual repercutió naturalmente en las cuestiones relativas al océano y a la investigación científica.

La intensificación del aprovechamiento de los océanos y los problemas consiguientes engendraron contradicciones entre la práctica y el derecho del mar tradicional. Para tratar de solucionarlas se organizaron la I y la II Conferencias de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1958 y 1960), cuya finalidad era elaborar un régimen adaptado a la realidad actual.

En las cuatro convenciones que surgieron de esas conferencias, las estipulaciones relativas al régimen aplicable a la investigación científica mantenían el principio de la libertad, con muy ligeras limitaciones en lo tocante a las investigaciones relacionadas con la plataforma continental que se realicen localmente. Se establecía que un Estado no debe negar, en general, su consentimiento cuando se lo pida una institución científica competente con miras a realizar investigaciones de carácter puramente científico acerca de las características físicas o biológicas de la plataforma continental, a condición de que el Estado ribereño pueda, si así lo desea, participar en esas investigaciones. Se introducían, además, mayores restricciones para la investigación, derivadas de la adopción de un mar territorial con una extensión máxima de 12 millas.

En vista de ello, muchas naciones nuevas estimaron que en esas convenciones se reflejaban sobre todo los intereses de las grandes potencias marítimas y no se consideraron vinculadas por las mismas, ya sea por no haber participado en su elaboración, ya por entender que sus intereses no estaban debidamente protegidos en ellas.

De hecho, los países en desarrollo tienden cada vez más a aplicar activamente una política orientada a acabar con su situación de atraso económico, política que exige un decidido y vasto esfuerzo de aprovechamiento de sus recursos naturales, entre ellos los de los océanos. Esos países saben que, además de las inversiones necesarias, resulta indispensable para el éxito de tales iniciativas un esfuerzo importante de investigación científica, basado en la adquisición de la tecnología apropiada y en la formación de científicos y técnicos locales capacitados, en número suficiente.

En los últimos años, aun estando todavía dominada por los países desarrollados, la cooperación internacional en la investigación científica de los mares se ha ido abriendo progresivamente a una participación más activa de las instituciones científicas de todos los continentes. Ha facilitado este proceso la creación de nuevos organismos de carácter mundial, en particular de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), cuyas funciones consisten, entre otras cosas, en promover las investigaciones científicas y la cooperación con vistas a lograr un mejor conocimiento de los océanos mediante una acción aunada de sus miembros.

Esta Comisión, creada inicialmente (1960) en el marco de la Unesco, ha acabado por ser considerada como un órgano especializado de otras organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, con un cometido de investigación, aprovechamiento y administración de los océanos y de mantenimiento de los servicios correspondientes. Tal transformación se debe a la creciente estimación de la ciencia como instrumento de acción y a la participación cada vez mayor de los países del Tercer Mundo en las actividades de la Comisión.

La formación de personal local especializado pasó a desempeñar un importante papel en la evaluación por esos Estados de las posibles consecuencias de las investigaciones científicas marinas, empezando a surgir críticas en lo relativo a la distinción entre investigación « pura » y « aplicada » y a la situación de dependencia científica con respecto al exterior, por considerarla contraria a los intereses nacionales.

Otros factores contribuyeron también a que el régimen jurídico aplicable a la investigación oceanográfica fuera impugnado en la fase preparatoria y en los debates de la III Conferencia sobre el Derecho del Mar, actualmente en curso. Entre esos factores destacan : la preocupación por las actividades de las flotas pesqueras de altura, que amenazan con una explotación excesiva de la pesca y hasta con el agotamiento de los recursos vivos, con las consiguientes graves repercusiones para el futuro aprovechamiento; la contaminación del mar, que puede constituir también una amenaza para esos recursos; y las

perspectivas de explotación del petróleo, el gas natural y otros recursos minerales, en zonas marítimas cada vez más profundas.

Señalemos también las informaciones sobre la existencia en los fondos oceánicos de valiosos recursos minerales (por ejemplo, nódulos de manganeso) que han puesto de manifiesto las campañas oceanográficas organizadas por los países industrialmente avanzados, y la posibilidad de su aprovechamiento económico en un futuro próximo.

De ahí que, desde que se inició en 1974 la III Conferencia sobre Derecho del Mar, se enfrentaran fundamentalmente dos tesis contrapuestas en relación con la investigación oceanográfica; una de ellas reflejaba sobre todo la posición de los países en desarrollo, mientras la otra se ceñía al

criterio de las grandes potencias y de otros países muy desarrollados.

La posición de la mayoría de los países en desarrollo se caracteriza por la no aceptación de la distinción entre ciencia « pura » y « aplicada », basándose en que no es posible dissociar la adquisición de conocimientos de su aplicación y en que, en algunos casos, esta última se dedica a fines no pacíficos. De ello se derivan posibles riesgos para la seguridad e interferencias en los intereses económicos de los países ribereños con respecto al aprovechamiento de los recursos y a otras modalidades de utilización de la futura zona económica exclusiva de 200 millas.

Por ello, para garantizar una protección adecuada de sus intereses y consolidar los derechos ya consagrados por la Convención de 1958 sobre

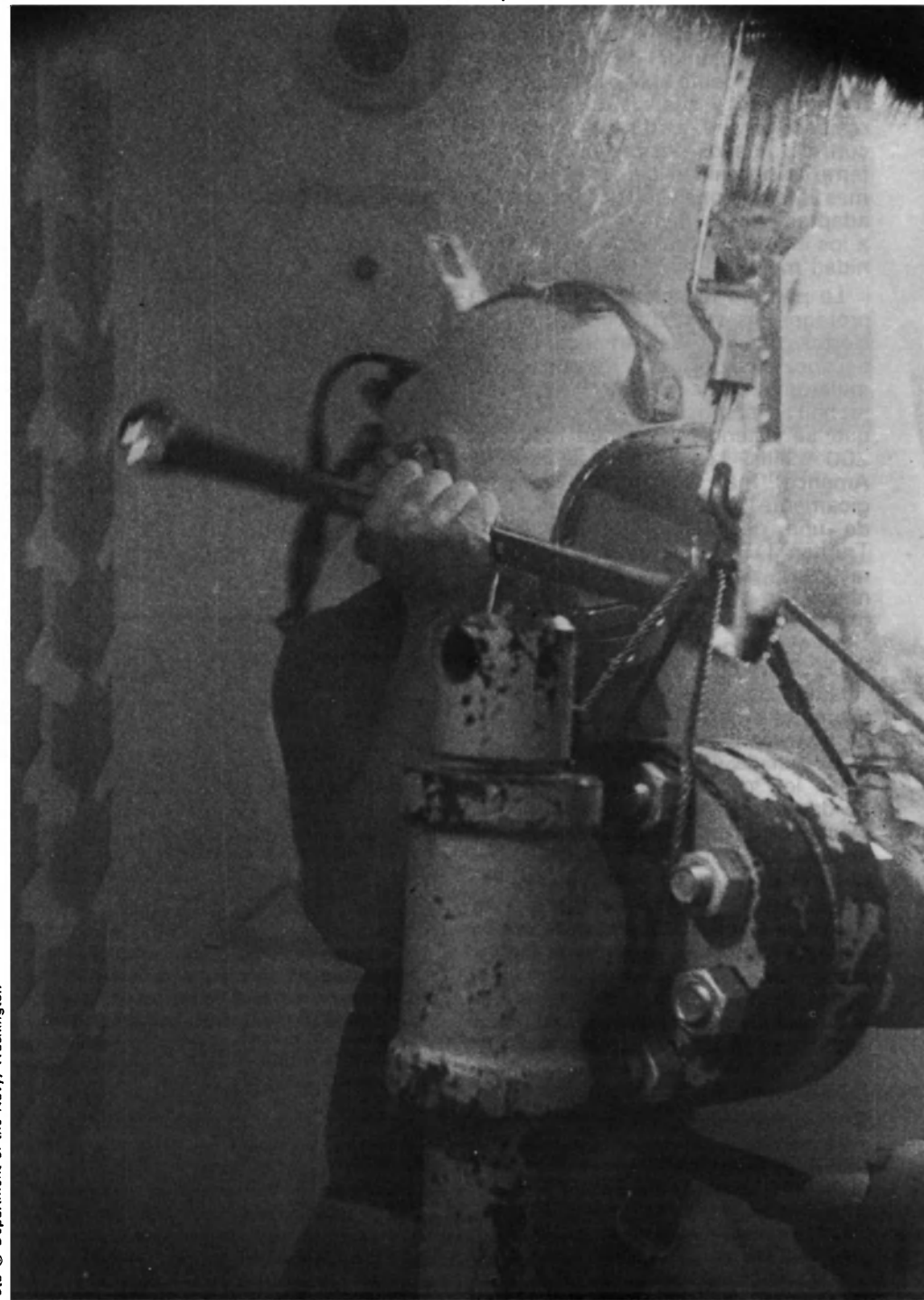


Foto © Department of the Navy, Washington

la Plataforma Continental, a juicio de este grupo de países resulta necesario adoptar un régimen que garantice que el Estado ribereño va a ser informado previamente y va a poder pronunciarse sobre los proyectos de investigación propuestos por otros Estados, así como controlar la difusión de los conocimientos derivados

de esas actividades y beneficiarse de ellos. Ese régimen se orienta, pues, en el sentido del consentimiento previo y de la reglamentación por parte del Estado ribereño de las actividades de investigación oceanográfica realizadas por barcos extranjeros.

A su vez, impulsados por intereses que consideran vitales — entre

ellos los relativos a su defensa (si bien no quedan claramente explicitados) —, por razones económicas de carácter mundial o bien por la influencia de sus comunidades científicas, los países desarrollados abogan por que se siga garantizando la libertad de investigación, estimando que de ella depende no sólo el esclarecimiento de algunos de los grandes misterios del océano sino también la solución de los problemas prácticos derivados del creciente aprovechamiento y de la necesaria protección de los océanos y de sus recursos.

Como solución de compromiso se está generalizando la tendencia a proponer un régimen de consentimiento en el que se incorporen fórmulas que satisfagan algunas de las reivindicaciones de los países costeros en vías de desarrollo, tales como la posibilidad de intervenir en los programas oceanográficos, habida cuenta de las necesidades locales y con la presencia a bordo, si lo consideran necesario, de científicos nacionales durante esas campañas, como forma de cooperación y de transferencia de tecnología, y también como garantía contra posibles abusos por parte de los Estados organizadores.

Otras disposiciones tienden a tomar en consideración los puntos de vista de los países desarrollados, cuyo deseo es extender a las zonas de excepción el régimen del consentimiento y reducir la burocracia y los plazos de autorización, a veces demasiado largos, exigidos por ciertos países costeros.

La experiencia adquirida en los últimos años, en el seno de los organismos internacionales de ámbito mundial o regional que se ocupan de las ciencias del mar y de sus aplicaciones, puede contribuir a resolver algunos de los problemas planteados, mediante el establecimiento de nuevas formas de cooperación científica en el marco del futuro régimen de los océanos.

En este nuevo régimen, organismos mundiales como la Comisión Oceanográfica Intergubernamental y otros similares, así como los de ámbito regional, pueden ofrecer una base importante para negociar y establecer programas de cooperación oceanográfica entre las partes interesadas, para mantener los servicios colectivos indispensables, entre ellos los centros de documentación y de datos, y para facilitar la transferencia de tecnología y la indispensable asistencia mutua.

De este modo se llegará a una participación activa de todos los Estados, especialmente de los directamente interesados en cada caso, cualquiera que sea su grado de desarrollo, y se podrán poner en práctica iniciativas que tengan presentes a la vez los intereses nacionales de los Estados costeros, los de los Estados organizadores de la investigación y los de la comunidad internacional, con miras a mejorar nuestro conocimiento de los océanos en bien de la humanidad.

Mario Ruivo

DESCENSO A LOS ABISMOS

El descenso del hombre al fondo del mar tiene una historia larga y difícil; aun hoy día son muchos los obstáculos de orden fisiológico, técnico, etc. que se le oponen. Para mejor conocerlos los científicos se sirven de aparatos en los que se reproducen las condiciones físicas reinantes en las diversas profundidades marinas. Abajo, una cámara hermética de simulación oceánica, del Institute for Environmental Medicine de la Universidad de Pensilvania (Estados Unidos): el buzo, a casi 500 metros bajo la superficie, trata de reparar la válvula de un pozo de petróleo. Es la primera vez que se llevaba a cabo una experiencia de trabajo submarino a semejante profundidad. La otra fotografía, que reproduce una miniatura india del siglo XVI, muestra a Alejandro Magno en su campana de inmersión, de cristal. Según la leyenda, el gran conquistador griego del siglo IV antes de nuestra era tuvo ya la curiosidad de explorar el fondo submarino.



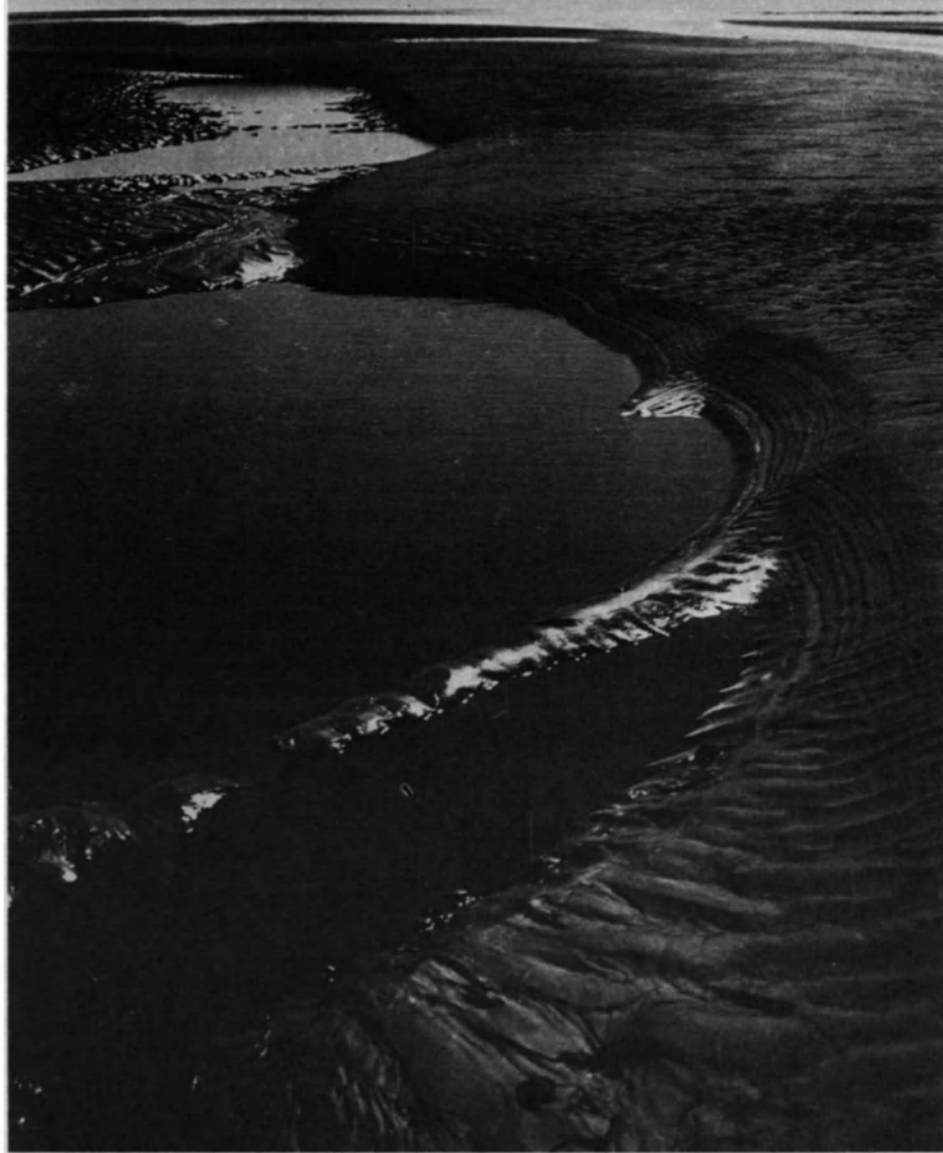
El mar ha reproducido en las valvas de este molusco las ondulaciones rítmicas de la playa.

El texto que aquí publicamos hace un balance sucinto de las actividades y logros principales de la Unesco en materia de oceanografía durante los últimos veinte años. En él se recogen fragmentos del plan de seis años (1977-1982) aprobado por la 19a. reunión de la Conferencia General de la Unesco, que se celebró en Nairobi (Kenia) en octubre-noviembre de 1976 (véase la pág. 34).

EN los veinte años últimos se han logrado adelantos de una importancia capital en lo que atañe al conocimiento del medio marino. Estos adelantos se refieren en primer lugar a la descripción precisa de ese medio. También conciernen a otros temas tales como la concepción revolucionaria de la técnica de las placas y sus consecuencias para el conocimiento del fondo del mar, la comprensión del fenómeno de la turbulencia oceánica, el estudio de la dinámica interrelacionada de los océanos y de la atmósfera, de la química del agua de mar, de la cadena alimentaria marina y de los efectos del descenso del nivel del mar a causa del hielo.

La elaboración de mapas del mar, de sus propiedades, de sus organismos y de su fondo ha constituido un importante objetivo científico de los Estados Miembros de la Unesco. Gracias a la cooperación internacional en el marco de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), este objetivo se ha alcanzado en escala mundial en relación con muchos aspectos importantes; gran parte de las actividades se centran hoy en la elaboración de mapas a escala detallada.

Hay mapas — por ejemplo, el Mapa Batimétrico General de los Océanos y diversos atlas — que describen ya fielmente elementos tales como la topografía del fondo, la distribución de los sedimentos por su estructura vertical y su extensión horizontal, el campo magnético, el campo gravitatorio, las propiedades del océano y del fondo del mar, las corrientes oceánicas y las masas de agua, la distribución de los organismos marinos, la distribución de la salinidad del agua del mar, la temperatura, la densidad y otros muchos factores físico-químicos. Tal labor cartográfica permite ya centrar los esfuerzos en problemas identificados pero no resueltos, independientemente de que



Fotos C. Alfred Ehrhardt. Film, Hamburgo

LA UNESCO Y LA

tengan carácter científico o aplicado.

Las teorías de la «tectónica de las placas» consideran hoy que la superficie de la tierra está integrada por siete enormes placas y por otras más pequeñas que se desplazan lentamente. Por un lado, esas placas se forman en las grietas centrales de las crestas oceánicas, debido a una acción volcánica, y, en el extremo opuesto, en las fosas oceánicas, se hunden lentamente en el manto terrestre. En tierra, los fenómenos análogos son la colisión y la fragmentación continental, con los consiguientes terremotos y volcanes.

Este descubrimiento ha abierto el camino a importantes progresos en materia de exploración petrolera y en lo que atañe a las teorías sobre la formación de los minerales. Los elementos clave del concepto se formaron durante la primera acción cooperativa de los Estados Miembros de la COI, a saber, la muy eficaz Expedición Internacional al Océano Índico (IIOE) (1959-1965), organizada en coordinación por la COI y el Comité Científico de Investigaciones Oceá-

nicas (SCOR).

De la importancia de la IIOE dan fe los ocho volúmenes de comunicaciones científicas y los tres grandes atlas publicados entre 1965 y 1970. La IIOE ha tenido también efectos positivos persistentes en lo que se refiere al establecimiento y desarrollo de las infraestructuras de ciertos Estados Miembros de la región.

Gracias a un programa de sondeos en aguas profundas se ha podido recoger muestras muy amplias de los sedimentos y del basamento volcánico de todos los océanos del mundo, salvo el Ártico. La Unesco y su COI han intervenido en actividades directamente relacionadas con este programa, tales como la organización de las investigaciones de orden general necesarias, la financiación de simposios con ocasión de los congresos oceanográficos que se celebran cada cuatro años y la publicación de ciertas cartas resultantes de ese trabajo.

El programa de sondeos ha aportado grandes contribuciones: ha confirmado la teoría de las placas tectónicas al encontrar edades compatibles



OCEANOLOGRAFIA

para el basamento volcánico, reconstituido la ubicación pasada de las grietas y los continentes, puesto de manifiesto importantes y violentos cambios de la circulación oceánica, indicado las extinciones y correlaciones mundiales de diversos organismos marinos así como su evolución, mostrado cambios importantes de la salinidad de los océanos, con la posibilidad incluso de que el océano se seque en ciertos puntos, descubierto grandes depósitos de sal, señalado la distribución de los nódulos de manganeso en el espacio y en el tiempo, aportado indicaciones sobre la existencia de petróleo y minerales, etc.

El descubrimiento de que la turbulencia del océano es muy grande en todas las escalas y en todas las profundidades constituye otro importante progreso científico. Se ha demostrado, por ejemplo, que las corrientes superficiales y cercanas a la superficie son muy dinámicas, serpentean en el espacio y son fugaces en el tiempo, además de suscitar grandes remolinos (véase la página 24).

Asimismo, rápidas corrientes profundas bordean los límites occidentales de las cuencas profundas; estas corrientes han producido efectos importantes en el fondo del mar al desplazar sus sedimentos. El Estudio Cooperativo del Kuroshio (CSK) ha resultado enormemente eficaz para determinar la dinámica de esta poderosa corriente. La IIOE demostró que la corriente subsuperficial ecuatorial varía con la estación de los monzones. El Experimento del Atlántico Tropical (GATE) permitió estudiar la actual estructura de la columna de agua en su conjunto. En el Experimento de la Dinámica Mesoocéanica (MODE) se examinó una turbulencia gigante en aguas profundas.

Con un importante esfuerzo científico internacional de los Estados Miembros, por conducto de la COI y en cooperación con la Organización Meteorológica Mundial, se está procediendo ahora a estudiar la interacción entre la dinámica de los océanos y la de la atmósfera, así como los cambios climáticos a largo plazo. Estos estudios permitirán seguramente predecir de un modo más

fiable el tiempo, tanto estacional como a corto plazo.

Los estudios sobre química del agua de mar, sedimentos marinos y organismos marinos gracias a investigaciones realizadas en cooperación han permitido localizar el recorrido de diversos compuestos químicos a través tanto de los sistemas simples como de los complejos, y no solamente con respecto a los principales elementos constitutivos — sodio, calcio, cloro y carbonato — sino también en relación con oligoelementos tales como el mercurio, el flúor, las tierras raras y varios elementos radiactivos. Esto ha proporcionado una base firme para el estudio de la contaminación del mar y la lucha contra ella, actividad en la que participan activamente la Unesco y la COI.

Las naciones de todo el mundo están cooperando en la observación y el intercambio rápido de datos por conducto del Sistema Global Integrado de Estaciones Oceánicas (IGOSS), que apunta a proporcionar a los Estados Miembros la posibilidad de obtener inmediatamente ciertos datos sobre la contaminación del mar por el petróleo y sobre la temperatura de los océanos. Un Plan de Investigación Global de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME) orienta los estudios de la COI en materia de contaminación. Mediante un importante esfuerzo de colaboración con el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y la FAO, se aspira a combatir la contaminación en el Mediterráneo.

Los estudios relativos a las cadenas alimentarias marinas, a las limitaciones de los elementos nutrientes y a la identificación de las especies han permitido grandes progresos de los conocimientos ecológicos. Gracias a estos conocimientos, sumados a las estadísticas sobre pesca, las naciones han podido cooperar de un modo eficaz y realista en la ordenación regional y mundial de la pesca marina, estableciendo un vínculo efectivo entre las actividades científicas de la Unesco y las pesqueras de la FAO.

Cerca del litoral se han logrado también progresos científicos igualmente notables; hoy se conocen mucho mejor los efectos del descenso del nivel del mar a causa de los hielos (descenso de unos 200 metros), los sistemas ecológicos marinos complejos tales como los arrecifes coralíferos y las comunidades de plancton y algas, las corrientes y procesos geológicos marinos cerca del litoral, la dinámica física de las playas, etc. Estos progresos constituyen una base sólida para la ordenación de las actividades costeras del hombre por los distintos Estados Miembros.

La Unesco y su COI han contribuido a muchos de estos adelantos científicos, actuando como elemento catalizador y como vínculo en la cadena de investigaciones internacionales. ■

LAS PROMESAS DE OCEANO

Centenares de científicos reunidos para estudiar el presente y el futuro de los océanos

por Dan Behrman

EN otros tiempos la oceanografía se basaba en tantas hipótesis que prácticamente era, más que una ciencia, un arte. La situación ha cambiado radicalmente; en efecto, los oceanógrafos son hoy capaces de cosas tales como determinar el desplazamiento de un continente durante un periodo de cien millones de años o seguir la migración de una sola platija en la plataforma continental.

La oceanografía puede estudiar el estado del mar desde el espacio mediante satélites o desde las profundidades marinas mediante haces de ondas sonoras. Ha renovado así por completo la imagen que teníamos del océano: lo que antes imaginábamos como un grandioso «vals» de corrientes se ha convertido en un sistema cambiante de remolinos, imagen ésta que se halla mucho más cerca del funcionamiento real de los mares.

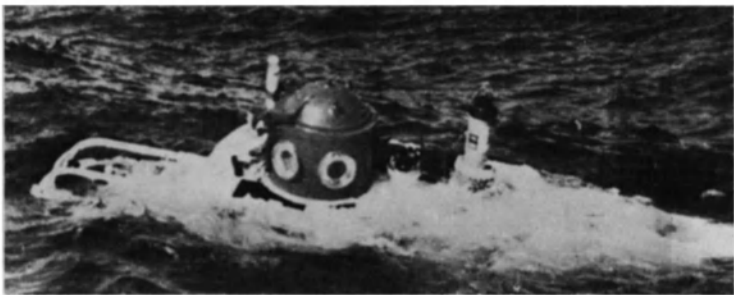
DAN BEHRMAN, escritor científico de la Unesco y colaborador asiduo de *El Correo*, es autor de diversas obras entre las cuales cabe citar *Planeta Océano*, publicada en inglés por Little, Brown and Co., Boston, y en francés por Robert Laffont, París.

Foto © Schäfer, R. D. Alemana



A fin de fomentar y coordinar las investigaciones oceanográficas, la Unesco creó en 1960 la Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Integrada actualmente por 91 Estados Miembros, la COI ha emprendido varios programas de gran importancia como el Decenio Internacional de Exploración Oceanográfica (1971-1980). Arriba, el navío de investigaciones científicas *Alexander von Humboldt*, de la República Democrática Alemana, que ha participado en diversas expediciones internacionales. Abajo, el submarino oceanográfico japonés *Hayuko Kawasaki*, de 7 metros de largo. A la derecha, la boya-laboratorio BORHA 2, de Francia, fotografiada en el Mediterráneo. Mide en total 80 metros de alto (de los cuales 60 se hallan bajo el agua), tiene capacidad para ocho personas y permite la realización de investigaciones oceanográficas así como de observaciones meteorológicas.

Foto © Aventure sous-marine, París



Y sin embargo, pese a todos estos logros que pueden presentar en su haber, hay quienes piensan que las ciencias del mar corren el más grave de los peligros como consecuencia de la creciente politización de los océanos.

Tal es la impresión que se desprende de la Asamblea Oceanográfica reunida en septiembre de 1976 en Edimburgo con la participación de 700 científicos de unos cincuenta países. Organizaron la Asamblea seis grandes asociaciones científicas y la Royal Society británica, con el apoyo de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, de la Unesco y de la Organización Meteorológica Mundial.

En ciertos aspectos, la reunión de Edimburgo — la cuarta de este tipo — se desarrolló en un ambiente más sereno que las anteriores. Buena parte de la incertidumbre ha desaparecido desde que se clausuró la interminable discusión en torno a la deriva de los continentes. Hasta hace sólo diez años, los especialistas en geología marina discutían aún encarnizadamente en torno a la cuestión de saber si los continentes se habían alejado unos de otros durante la era geológica como consecuencia de la

expansión de los fondos marinos a partir de las crestas mesoocéánicas (1).

Hoy, en cambio, están todos de acuerdo en que ese es el mecanismo que dio nacimiento al mapa actual del mundo, a esa división de la superficie terrestre en grandes placas adosadas unas a otras cuyas zonas de fricción coinciden con las regiones sísmicas del globo. Los geólogos reunidos en Edimburgo pudieron justamente utilizar esta teoría de la deriva de los continentes para reconstituir la imagen de los océanos del pasado o para situar los puntos en que posiblemente existen yacimientos mineros.

La recesión económica mundial de los últimos años ha frenado el desarrollo de la oceanografía: sus actividades cuestan caro. En lo que toca a la exploración del medio ambiente, sólo la que se realiza desde el espacio resulta seguramente más onerosa.

Pero el problema más grave que se plantea en este punto es el de la incertidumbre respecto al camino que la investigación debe seguir en el futuro. En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho

(1) Véase el artículo «¿Marchan los continentes a la deriva?» en *El Correo de la Unesco* de octubre de 1963.

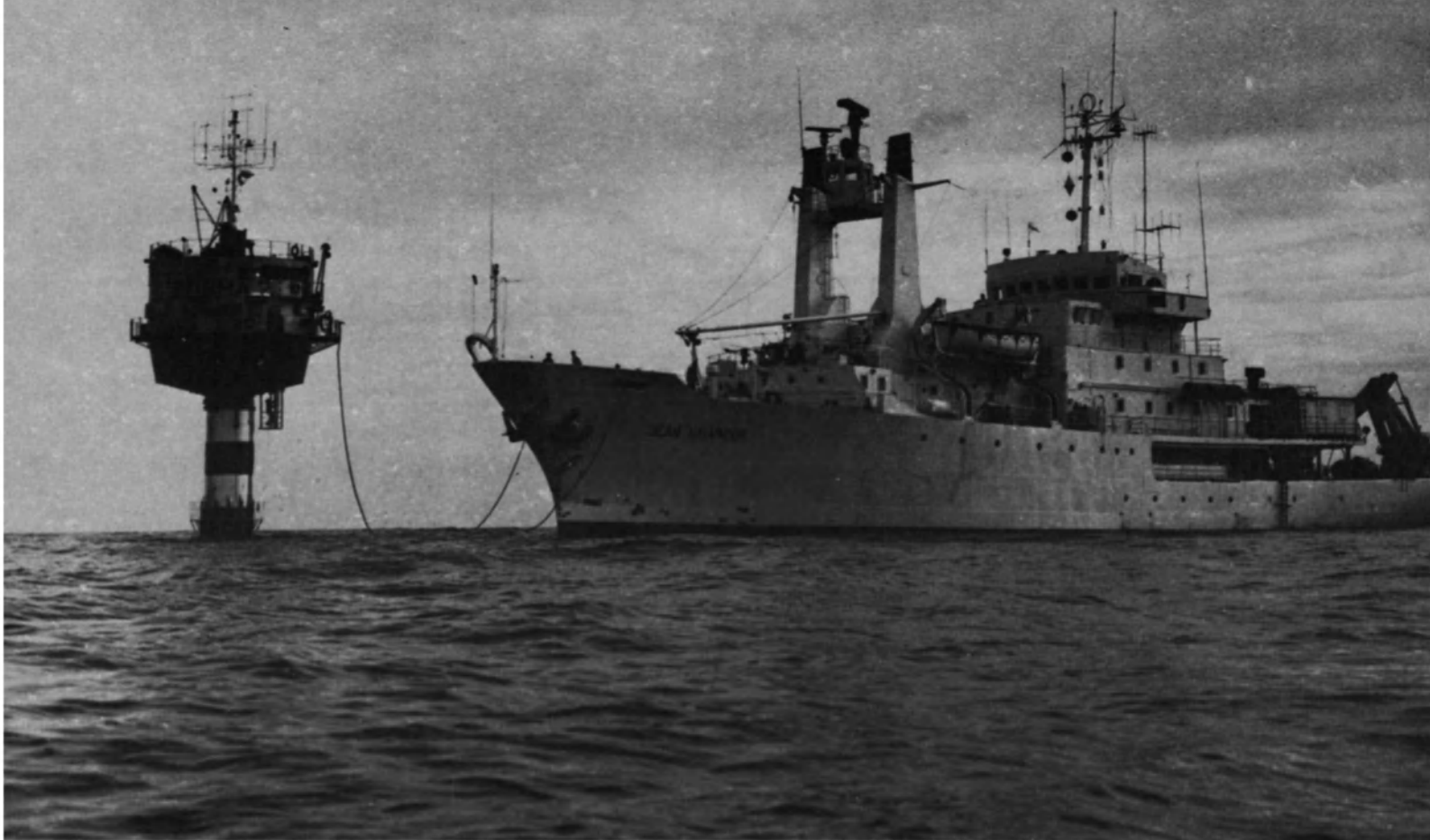


Foto Gamberoni © Muséum d'histoire naturelle, Paris

del Mar no se ha llegado a una posición común sobre las normas a aplicar en las aguas costeras, justamente allí donde más trabajo hay para los oceanógrafos.

Con motivo de la Asamblea de Edimburgo pronunció una conferencia el Dr. Roger Revelle, antiguo director de la Scripps Institution of Oceanography, de La Jolla (California), denunciando ciertas tendencias de la Conferencia sobre el Derecho del Mar en las que ve una «amenaza particularmente aterradora» para la investigación oceanográfica. Según él, es peligroso que se impongan limitaciones a las investigaciones costeras dentro de zonas económicas que se extienden hasta 200 millas o más del litoral.

« Ni los peces ni las corrientes ni los fenómenos geológicos saben lo que significa 'zona económica' — declaró Roger Revelle —. Numerosos fenómenos geológicos y geofísicos se producen en una zona que llega hasta las 200 o 300 millas de la costa. Si la tendencia actual se confirma, la Conferencia sobre el Derecho del Mar podría suponer la muerte de las ciencias del océano tal como se han desarrollado desde hace veinticinco o treinta años». Esas ciencias tendrían que seguir, en tal caso, una orientación distinta,

estudiando fenómenos particulares en lugar de esforzarse por «comprender realmente los océanos».

El Dr. Revelle se aplicó sobre todo a acabar con una serie de ilusiones en lo que atañe al papel que los océanos podrían desempeñar en el futuro de la humanidad. Por ejemplo, los mares no van a ser la fuente de agua dulce que hará florecer los desiertos. El agua de mar desalada cuesta de diez a sesenta veces más que el agua de riego ordinaria.

No obstante, el agua marina podría utilizarse sin desalar en la agricultura. Al fin y al cabo, las hierbas marinas viven perfectamente en el agua salada gracias a una pequeña dosis de ácido desoxirribonucleico (ADN). Quizá sea posible extraer ese gene de las plantas de las marismas e integrarlo en las de trigo, maíz, arroz, patatas, etc., lo que les permitiría crecer en el agua salada.

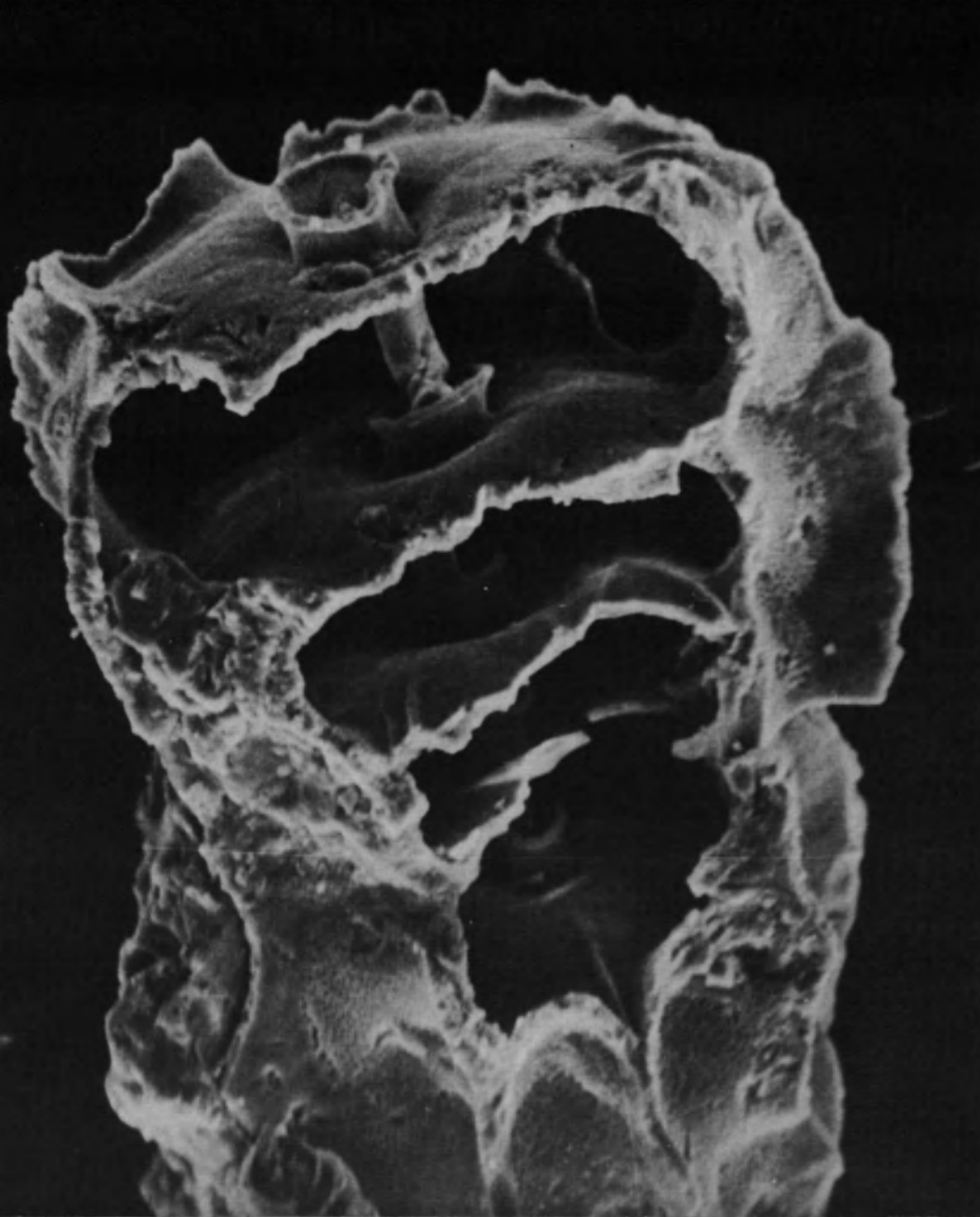
Es también falso que el mar pueda alimentar al mundo entero. Cada año se capturan unos 60 millones de toneladas de peces. Según Revelle, no será posible superar los 100 millones de toneladas. Tal cifra equivale a 20 millones de toneladas de proteínas. Ahora bien, se necesitarán 100 millones de toneladas de proteínas al año para alimentar a una

población de 6.500 millones de hombres a fines de siglo. Y, en lo que atañe a las calorías, el mar sólo satisfará el 6 % de las necesidades mundiales.

No obstante, el Dr. Revelle piensa que el mar ofrece algo interesante para el futuro: espacio. Las estructuras flotantes construidas sobre boyas de pértiga profundas resultan prácticamente inmóviles en el mar. En ellas podrían ubicarse ciertas instalaciones que son peligrosas o molestas en tierra, como las centrales nucleares o las industrias muy contaminadoras. «También la energía solar necesita espacio — prosigue Revelle —. Cabe, pues, pensar en instalar en el mar las vastas superficies de los generadores solares».

Revelle se refirió asimismo al papel que los mares pueden desempeñar en los cambios climáticos futuros. Desde que se inició la era industrial, hemos quemado el equivalente de 100 millones de años de energía solar almacenada en los combustibles fósiles (hulla, petróleo y gas natural). El bióxido de carbono (CO₂) liberado por esos combustibles ha sido en gran parte absorbido por los océanos, pero la capacidad de absorción de éstos no es ilimitada. «Si duplicamos la cantidad de bióxido de carbono presente en la

SIGUE EN LA PAG. 20



Fotos © Georgette Glaçon, Département de géologie structurale, Paris



ALGUNOS HITOS EN LA HISTORIA DE LOS OCEANOS

1



Foto © Micheline Clochchiati, Muséum d'histoire naturelle, Paris

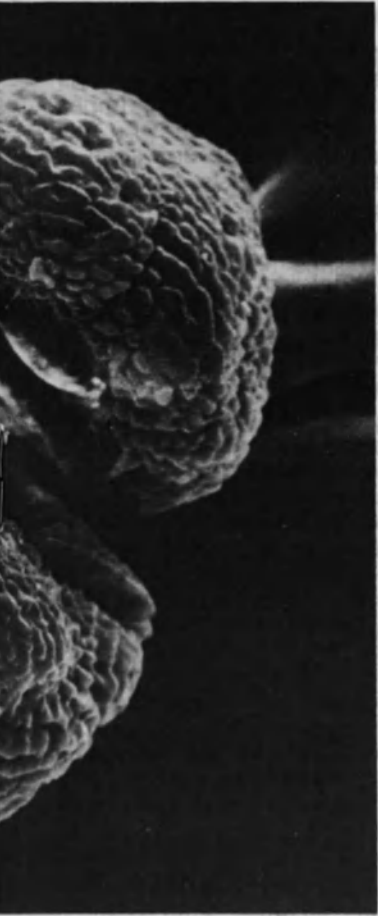
4

Restos de algunos de los innumerables seres marinos microscópicos — vegetales, animales o especies intermedias —, gracias a los cuales se puede determinar la antigüedad del fondo del mar y suponer las condiciones de profundidad, temperatura, salinidad y otras en que se formaron los sedimentos. Entre estos preciosos vestigios de la larga historia de los océanos, los foraminíferos son objeto de estudios muy avanzados, particularmente en lo que respecta a sus mecanismos de reproducción. La fotografía 2 — documento sumamente raro — muestra un acoplamiento de foraminíferos que miden menos de medio milímetro. (En la foto 1, la concha exterior que recubre a estos protozoarios). Esta graciosa « polvera » con sus borlas (3) está hecha de fragmentos de un alga calcárea microscópica recogidos en el océano Indico a 2.000 metros de profundidad. En el mismo lugar se encontraron estos « escombros » de un sedimento calcáreo (5), cuyo elemento más grande, el que tiene la forma de un sombrero, mide apenas dos centésimas de milímetro, y el « esqueleto » fantástico (6) de otro habitante del mar, el radiolario. En la foto 4, dos algas fosilizadas : la de forma circular sirve para fijar en menos de 250.000 años la edad de los sedimentos donde se la encuentra.

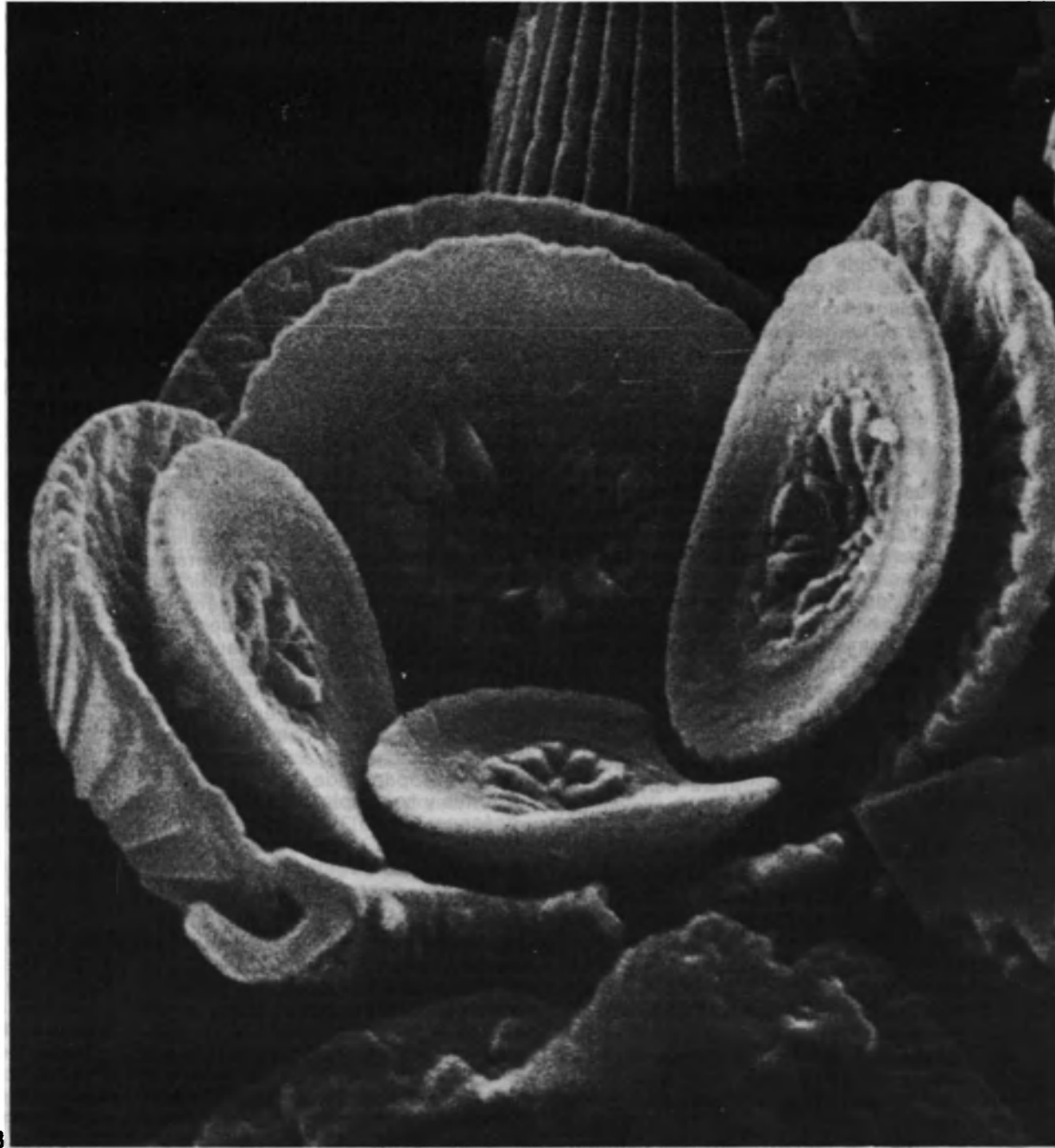
Foto © Lucien Leclaire, Muséum



5



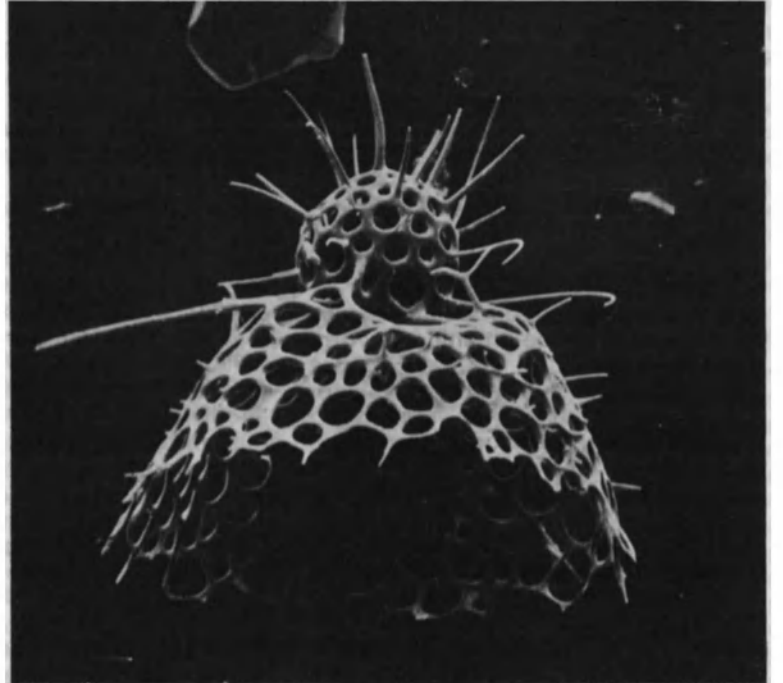
2



3

OS DE LA EANICA

histoire naturelle, Paris



6

Foto © J. P. Caulet, Muséum d'histoire naturelle, Paris

atmósfera, el océano sólo podrá absorber un tercio del total».

Ello puede originar una intensificación del llamado «efecto de invernadero», consistente en que el bióxido de carbono en exceso en la atmósfera «atrapa» el calor que la tierra recibe del sol, impidiendo su devolución al espacio. El resultado de ello podría ser que las temperaturas terrestres aumentaran de tal modo que los hielos de la Antártida y de Groenlandia se fundirían, haciendo que el nivel del mar ascendiera varias decenas de metros. Inútil explicar las consecuencias.

OTROS científicos reunidos en Edimburgo se refirieron también a esta posibilidad que el enfriamiento de los últimos años parecía alejar. Según uno de los especialistas, el Dr. Wallace S. Broecker, del Lemont-Doherty Geological Observatory, de Nueva York, podríamos estar en vísperas de un periodo de rápido calentamiento de varios decenios de duración.

El examen de un «testigo» de hielo obtenido por perforación en Groenlandia, gracias al cual los científicos han podido determinar los cambios de temperatura del pasado, muestra que el enfriamiento actual viene tras una serie de fluctuaciones naturales. De este modo ha podido ocultar los efectos del bióxido de carbono. El testigo de hielo groenlandés ha permitido suponer que el enfriamiento puede cesar en el decenio próximo; en ese momento el efecto de invernadero intensificaría aún más el calentamiento natural.

«El punto principal — escribe Broecker — es que la tendencia al calentamiento debida al CO₂ se ha visto más que compensada desde hace treinta años por la tendencia natural al enfriamiento. Tal compensación no puede ya durar mucho tiempo porque la acción del CO₂ se intensificará rápidamente y, además, porque el enfriamiento natural alcanzará seguramente dentro de poco su punto máximo. Ello significa que quizá vamos a tener pronto sorpresas con el clima. En efecto, el periodo de calentamiento provocado por el CO₂ podría iniciarse mucho más brutalmente que si no existiesen variaciones climáticas naturales».

En el congreso de Edimburgo se puso también de manifiesto otra consecuencia de las actividades humanas en lo que atañe al océano. En él se presentó, en efecto, un informe sobre la acción a largo plazo del DDT y de los BPC (bifenilos policlorados). En el sur de California, a pesar de que los vertidos de esas sustancias en el mar han disminuido en diez veces, se ha observado que su dosis seguía siendo la misma en los tejidos de los lenguados pescados en el mar. Única conclusión posible para los investigadores: los

sedimentos marinos sirven de depósito a esos agentes contaminadores.

Evacuar tales sustancias en alta mar no serviría de nada. En la Woods Hole Oceanographic Institution (Estados Unidos) se han realizado una serie de experimentos de cuyos resultados se deduce que el fitoplancton (vegetales marinos microscópicos) que vive en los estuarios en medio de compuestos tóxicos resiste mucho mejor a las agresiones que las especies acostumbradas a unas condiciones de mayor estabilidad en pleno mar.

La oceanografía física está revisando a fondo sus ideas sobre el funcionamiento global de los océanos. El Dr. Walter H. Munk, director del Instituto de Geofísica Planetaria de la Scripps Institution, afirmó en Edimburgo que hasta ahora los oceanógrafos habían elaborado sus cartas de los océanos señalando sólo las corrientes; para completarlas, bastaba en su opinión con añadir cada vez más mediciones de la temperatura y de la salinidad. Pues bien, ahora resulta que esas grandes corrientes representan sólo el uno por ciento de la energía cinética de los océanos. El 99 por ciento restante se halla contenido en las «excepciones» a esa regla: los remolinos que se separan de las grandes corrientes y se desplazan a través de los océanos como las tempestades a través de la atmósfera (véase el artículo de la página 24).

Estos fenómenos han podido descubrirse gracias a aparatos para medir las corrientes capaces de funcionar durante largo tiempo y a diversas profundidades. En 1970 los soviéticos llevaron a cabo en el Atlántico septentrional una campaña de experiencias, conocida con el nombre de POLYGON (véase el artículo de la página 24), consiguiendo con sus aparatos de medición seguir una de estas turbulencias que pasaba por la zona donde trabajaban.

El perfeccionamiento de las observaciones desde satélites artificiales permitiría seguir los movimientos oceánicos. Según el Dr. John Apel, de la NOAA norteamericana (National Oceanic and Atmospheric Administration), existen varias posibilidades prometedoras. Por ejemplo, los satélites podrían medir las temperaturas superficiales de los océanos con una aproximación de grado y medio. Se reduciría así a la mitad su margen de error y se dispondría de un medio eficaz para localizar los remolinos y «anillos» originados por la corriente del Golfo.

Como los demás instrumentos oceanográficos, los satélites ofrecen posibilidades cada vez mayores. En un principio, apenas si podían hacer otra cosa que escrutar la superficie de los océanos. En cambio, hoy son capaces de «ver» hasta cincuenta o sesenta metros de profundidad, lo cual permite establecer ya una cartografía aproximada de las

aguas profundas.

Los satélites señalan los lugares contaminados, punto en el que constituyen una categoría muy importante de detectores. El Dr. Apel presentó en Edimburgo una serie de diapositivas que muestran cómo los ácidos vertidos en el mar frente a Nueva York extienden sobre la superficie marina una especie de tintura vetuada, señal de que existe una capa oleaginosa. Otro artefacto espacial puede medir la velocidad de los vientos prácticamente en escala planetaria.

El progreso ha sido aún mucho más importante en lo que atañe al estudio de los océanos del pasado. En el marco del Deep Sea Drilling Project de la Scripps Institution se han realizado más de 400 perforaciones en los fondos marinos a partir de un navío especializado en estas tareas, el *Glomar Challenger* (véase el artículo de la página 30). Los testigos recogidos en estas perforaciones pueden ser fechados con precisión extraordinaria si se los pone en relación con las inversiones del campo magnético terrestre que los sedimentos marinos han registrado a manera de cintas magnéticas. Los testigos contienen restos animales microscópicos cuyas fluctuaciones indican los calentamientos y los enfriamientos del mar al final o al comienzo de las glaciaciones.

El Dr. James Dennett, de la Universidad de Rhode Island (EUA), expuso los resultados de las perforaciones efectuadas en el océano Antártico. A juzgar por ellos, los glaciares aparecieron en la Antártida hace treinta y ocho millones de años. En esa época Australia — que antes se hallaba unida a la Antártida — se había separado ya de ésta, permitiendo así la circulación de las aguas australes en torno al globo sin ningún obstáculo terrestre.

Otros investigadores han trabajado en el Atlántico septentrional donde han podido determinar los desplazamientos del «frente polar» — zona de encuentro de las aguas árticas frías y de las atlánticas cálidas — durante un periodo de 65.000 años. Como señaló el Dr. William F. Ruddiman, de la City University de Nueva York, la posición del frente polar es uno de los factores fundamentales que regulan la «calefacción» del planeta. Ese frente actúa a manera de puerta que o bien canaliza o bien intercepta el transporte de energía por el océano hacia el norte.

Esta investigación sobre el pasado oceánico interesa a cuantos estudian la manera como se producen los cambios climáticos. Puede asimismo tener aplicaciones inmediatas de carácter económico. Como observó John C. Slater, del Instituto de Tecnología de Massachusetts, será más fácil buscar yacimientos petrolíferos frente a las costas africanas si sabemos cómo estaban unidas éstas en

otros tiempos a las de América, donde las formaciones petrolíferas han sido localizadas con precisión.

POR su parte, el Dr. K.O. Emery, de la Woods Hole Oceanographic Institution, puso de relieve algunas de esas consecuencias económicas. Prácticamente todos los recursos oceánicos hoy en explotación se hallan situados en la plataforma continental. Ocupan los primeros lugares el petróleo y el gas, por un valor total de 44.000 millones de dólares en 1975, seguidos por la pesca (15.000 millones), la arena y la grava para la construcción (400 millones) y los yacimientos de minerales — sobre todo de estaño, titanio, circonio y magnetita — (250 millones).

Emery se refirió también al proceso en virtud del cual se forman los fondos marinos, surgiendo del manto terrestre a través de las cordilleras mesoocéánicas. El agua de mar se filtra en esta materia en fusión, recogiendo y expulsando así los metales pesados. Este es el fenómeno que parece haberse producido en medio del mar Rojo donde se han descubierto sedimentos metalíferos cuyo valor se calcula en muchos miles de millones de dólares.

Gracias a la operación FAMOUS, encaminada a explorar la cordillera mesoatlántica a cargo de oceanógrafos franceses y norteamericanos (véase el artículo de la página 30), se ha podido recoger una muestra geológica a sólo dos metros de una de esas fuentes hidrotermales.

Del análisis de la muestra resultó que estaba compuesta de hierro, manganeso puro y silicatos procedentes de las conchas de pequeños animales marinos. A diez metros de la fuente, la composición del fondo era ya distinta. Los científicos franceses calculan la edad de la muestra en 47.000 años. Pero la primera capa de sedimento consolidado, de 1,1 mm de espesor, tenía sólo cincuenta años.

Hasta ahora no se han detectado cerca de la cordillera mesoatlántica capas sedimentarias ricas en metales similares a las del mar Rojo. Emery piensa que los geólogos deberían orientar su atención más bien hacia aquellas zonas donde, tras las primeras emisiones de materia procedente del manto terrestre, la propagación concluyó hace millones de años, dejando formaciones en «penachos» como las famosas chimeneas diamantíferas del África austral. Este tipo de formaciones podrían estar hoy enterradas bajo los sedimentos a lo largo de los márgenes continentales. La prospección de esas zonas sería probablemente más fructuosa que la de las crestas mesoocéánicas.

Son pocas las esperanzas de

encontrar petróleo allí donde se unen las grandes placas. La razón es que éstas trituran y dispersan los sedimentos marinos. En cambio, en las zonas donde las placas se apartan unas de otras existe la posibilidad de que los sedimentos — y, consiguientemente, el petróleo — se hayan acumulado a lo largo de los márgenes continentales, a profundidades mucho mayores que aquellas a las que alcanza actualmente la extracción petrolífera submarina.

En varias comunicaciones presentadas en Edimburgo se examinaba la cuestión de las riquezas que el mar puede proporcionarnos. El Dr. George P. Woollard, del Instituto de Geofísica de la Universidad de Hawái, se refirió a investigaciones realizadas recientemente en la cuenca de Bauer, a 4.000 metros de profundidad y a más de 3.000 km de la costa de América del Sur, entre las cordilleras oceánicas de las Galápagos y del Pacífico oriental. Los científicos han descubierto en esa zona una capa de sedimentos metalíferos de 20 metros de espesor que contiene cobre, níquel, zinc y hierro en cantidades muy superiores a las del mar Rojo.

Según Woollard, hay un billón de dólares en oro en la cuenca de Bauer, y el oro es el menos abundante de los metales presentes en sus sedimentos. El problema radica en que tan enorme tesoro no sólo yace a 4.000 metros de profundidad sino que se halla disperso en una zona de 1.800 por 1.100 km.

Los depósitos pueden tener un espesor superior a veinte metros, que es el límite de penetración de los instrumentos empleados (el *Glomar Challenger* ha realizado una sola perforación más profunda en esa zona: 110 metros). Lo que intriga al Dr. Woollard es que los sedimentos metalíferos se hallan por lo menos a 1.000 km de cualquier fuente pasada o presente que tenga algo que ver con la expansión del fondo marino.

LA exploración de nódulos de manganeso está adelantada. En enero de 1976, el barco de investigaciones *Valdivia*, de la República Federal de Alemania, exploró varios depósitos en el Pacífico. Según el informe del Dr. H. Gundlach, en las muestras de nódulos recogidas se ha encontrado una bacteria de gran tamaño, de lo cual deducen los científicos alemanes que la formación de esos nódulos puede tener por origen un proceso microbiológico.

Pero no hay que entusiasmarse demasiado con las posibilidades que ofrece el fondo del mar. Otro investigador de la República Federal de Alemania, el Dr. F. Neuweiler, ha llegado a la conclusión, tras un análisis económico detallado, de que la explotación de los nódulos de man-

ganeso no es rentable a los precios actuales. La cosa podrá cambiar cuando, al agotarse las reservas continentales, los factores ecológicos pesen en la búsqueda de nuevos yacimientos. Pero el aprovechamiento de los minerales marinos plantea problemas políticos y jurídicos que no son menos importantes.

El Dr. Neuweiler calcula que una factoría que trate tres millones de toneladas anuales de nódulos de manganeso necesitará 80.000 km² de fondo marino para asegurarse el aprovisionamiento de materia prima durante veinte años. Sin embargo, pese a tales obstáculos, tres empresas están estudiando ya un medio para explotar los nódulos.

Al examinar el problema de los depósitos minerales en aguas profundas no hay que perder el sentido de las proporciones. El cobre y el níquel son los metales más valiosos presentes en los 18 billones de toneladas de nódulos de manganeso existentes en el fondo oceánico. El Dr. Emery nos recuerda que el valor de la producción mundial de ambos metales en 1975 fue de 10.000 millones de dólares. Suponiendo que los océanos proporcionaran el diez por ciento de ese volumen, tendríamos sólo una cantidad de 1.000 millones de dólares, es decir, una fracción solamente de los ingresos de la pesca, que es el medio más tradicional de aprovechamiento de los recursos marinos.

Precisamente en lo que atañe a la pesca, los oceanógrafos reunidos en Edimburgo se mostraron cautos al tratar de prefigurar el futuro. Pese a las mejoras en los medios de detección de los peces y a la mayor eficacia de los nuevos barcos, las capturas no aumentan paralela y proporcionalmente.

Los casos de zonas de pesca abandonadas han sido y son muy abundantes. Ejemplo típico es el de la pesca del bacalao en la costa occidental de Groenlandia, a la que se refirieron dos investigadores daneses, F. Hermann y S.A. Horsted. Las capturas en esa zona fueron de 451.000 toneladas en 1962, pero sólo de 46.000 en 1975. De ello cabe culpar a ciertos excesos cometidos. Sin embargo, la responsabilidad principal recae en las modificaciones del medio ambiente. La temperatura del agua del mar aumentó en esas regiones entre 1920 y 1940; después ha descendido a su nivel anterior.

Existe una excepción, al menos aparente: la del mar del Norte. Desde comienzos de siglo, recuerda el Dr. Gotthilf Hempel, del Instituto de Ciencias del Mar de Kiel (República Federal de Alemania), la pesca producía en ese mar entre un millón y un millón y medio de toneladas. Más tarde, en los años 60, las cifras aumentaron hasta alcanzar los 3,7 millones de toneladas en 1974. Sin embargo, ciertas especies como el arenque y la caballa están en trance

de disminuir. Y es justamente ahora cuando se multiplican las pesquerías industriales, que trabajan para la alimentación del ganado y no directamente para el consumo humano.

Se discutió mucho en torno a si las grandes cantidades de residuos que los países ribereños vierten en el mar del Norte fertilizan sus aguas y permiten así el mantenimiento de un mayor número de peces. De todos modos, no se dio al problema ninguna respuesta satisfactoria.

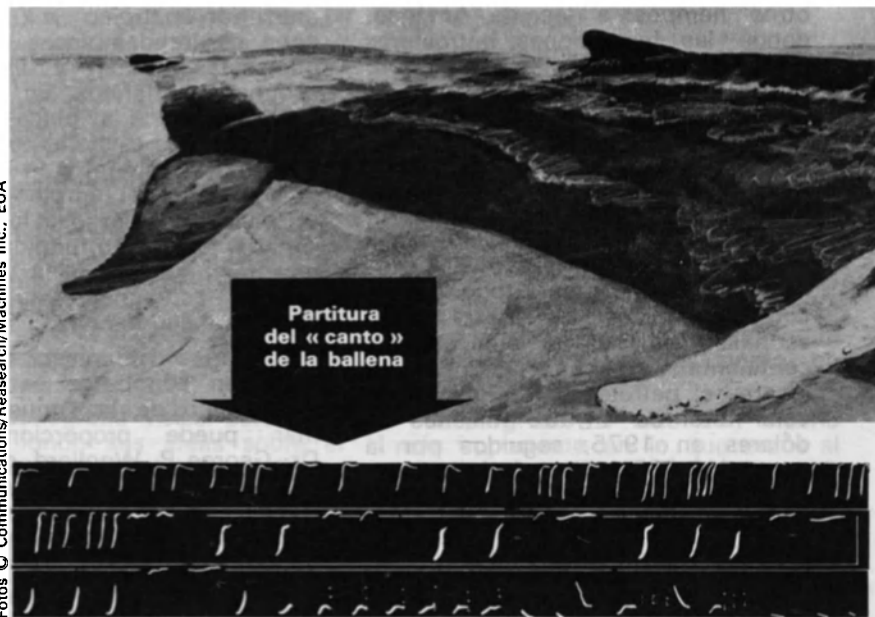
Para Arthur Lee, del Fisheries Laboratory de Lowestoft (Reino Unido), algunas de las actividades humanas que se realizan en el mar del Norte podrían ser un día nocivas para los peces. «El bacalao, el abadejo, la pescadilla y el *sprat* o sardinita desovan todos en el centro de ese mar, justamente donde están los pozos de petróleo. Nadie ha calculado aún los daños que un escape de petróleo y la utilización de productos para dispersarlo causaría a los peces de determinada edad».

Hoy existen técnicas muy perfeccionadas para explicar los desplazamientos de los peces. F. R. Harden Jones, del Fisheries Laboratory de Lowestoft, ha estudiado las migraciones de las especies comercializadas adoptando, por así decirlo, el punto de vista de los mismos peces. Para éstos, la finalidad de la vida consiste en encontrar alimento sin gastar en ello demasiada energía. En tal tarea el arenque recorre 1.600 km al año en el mar del Norte y 3.000 en el Atlántico; para el bacalao, las distancias correspondientes son 1.300 y 2.600 km.

Para seguir a un pez en sus desplazamientos, el laboratorio de Lowestoft ha preparado una ficha acústica no mayor que el dedo meñique y que pesa aproximadamente 1,5 gramos en el agua. Se sujeta la ficha a un pez, por ejemplo una platija. Después se le devuelve al agua y se le sigue con un sonar de gran definición, capaz de localizar al animal con una aproximación de uno a dos metros de profundidad.

Con este sistema pudo seguirse desde Lowestoft a una platija desplazándose hacia el sur durante treinta y seis horas. Se supo así cómo el pez alcanzaba cerca del fondo su máxima velocidad con el mínimo esfuerzo. La platija se limitaba a nadar con la marea y después, con la mar quieta, se dejaba caer al fondo. Harden Jones piensa que el pez utiliza como reloj la marea y no el sol. Hacia el final de los periodos de seis horas, desciende al fondo y sólo vuelve a subir cuando el agua toma de nuevo la dirección que le conviene.

En vista de que son muchas las regiones que, como el mar del Norte, están llegando al límite de sus posibilidades, los pescadores se lanzan a la conquista de nuevas zonas pesqueras. Así, se ha afirmado repetidas veces que el océano Antártico podría satisfacer la demanda de proteínas de una



Fotos © Communications/Research/Machines Inc., EUA

población mundial en crecimiento constante. A este problema se refirió en Edimburgo el Dr. Sayed Z. El-Sayed, de la Universidad de Texas, uno de los grandes especialistas de la Antártida.

La productividad primaria — es decir, el índice de realización de la fotosíntesis por el fitoplancton — ha podido calcularse en 3,62 gramos de carbono por metro cuadrado y por día al oeste de la Península Antártica. Esta cifra es comparable a la obtenida en las zonas de fuerte producción — por ejemplo, cerca del Perú, donde las anchoas pululan en una de las regiones de pesca más ricas del mundo.

Pero el índice medio para el conjunto del océano Antártico es sólo de 0,134 gramos de carbono por metro cuadrado y por día; cifra que es la misma obtenida en el golfo de México y en el mar Caribe, regiones donde la pesca está lejos de batir ningún record.

Según El-Sayed, varios factores pueden explicar tan radical descenso. Por ejemplo, se creía que ciertas especies de plancton vegetal podían prosperar a temperaturas tan bajas como $-1,5^{\circ}\text{C}$. Pues bien, investigaciones recientes han mostrado que las bajas temperaturas impiden incluso el crecimiento de las especies de fitoplancton adaptadas al Antártico.

Existe también una explicación de orden físico. Desde la superficie hasta el fondo, las aguas del Antártico tienen una temperatura que varía poco. Consiguientemente, el océano no se halla «estratificado» en capas de temperaturas distintas. De este modo el agua se mezcla fácilmente en profundidad, haciendo descender al fitoplancton por debajo de la zona iluminada, que es naturalmente la más productiva.

De todos modos, El-Sayed piensa que tal productividad primaria basta

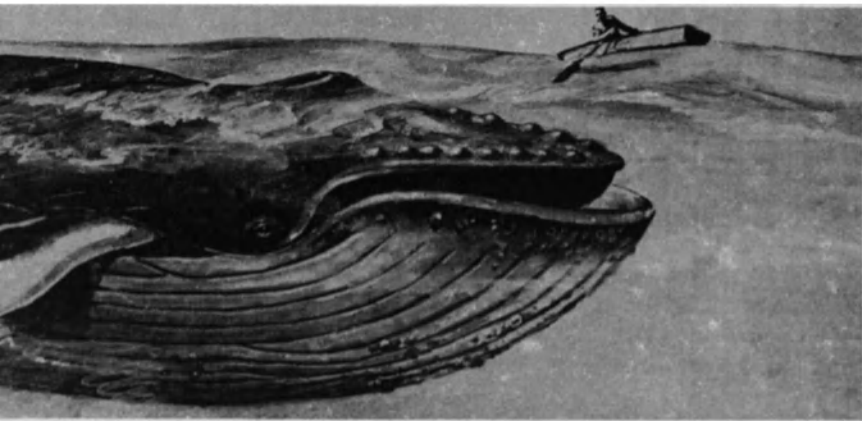
para mantener a la población animal de las aguas antárticas. Esa población necesita anualmente 200 millones de toneladas de alimentos, esencialmente de *krill* (peces diminutos). Pero, como resultado de esta sencillez del sistema, es decir, de esta estrecha dependencia respecto de una sola especie, el *krill*, el ecosistema antártico resulta más frágil que el de los demás océanos. «Hay que intensificar el esfuerzo de investigación y llegar a comprender mejor el ecosistema antártico antes de emprender la explotación de sus recursos», dice El-Sayed.

La tarea no es fácil, ni en el Antártico ni en los demás océanos, donde nada (animal o fenómeno) se detiene para que podamos estudiarlo. El Dr. John H. Steele, del Laboratorio Marino de Aberdeen (Reino Unido), resumió el problema del siguiente modo: el fitoplancton vive de uno a diez días y recorre durante ese tiempo de uno a diez kilómetros; el zooplancton (animales minúsculos que se alimentan del fitoplancton) vive un centenar de días y deriva durante su vida un centenar de kilómetros. En cuanto a los peces, viven años y recorren millares de kilómetros.

Hay biólogos que han propuesto que se estudie, como muestra, una zona de 100 km² durante 100 días. Pero semejante tarea requeriría el concurso de veinte barcos. Menos oneroso y más práctico es trabajar con océanos «cautivos», es decir, aislar una cantidad de agua de mar con el fin de poder estudiar al menos los movimientos verticales del plancton, en tamaño real y sin interferencias exteriores.

En Edimburgo se expusieron varios métodos. Por ejemplo, se pueden sumergir en el mar sacos de plástico y aislar así de 6 a 2.000 metros cúbicos de agua. Con ello el investigador puede disponer de un medio ambiente controlado. Otro método consiste en construir en tierra un depósito

SIGUE EN LA PAG. 33



EL CANTO DE CISNE DE LAS BALLENAS

Todas las especies de ballenas realmente grandes están hoy día amenazadas de extinción debido a la pesca excesiva. Para tratar de controlarla, la International Whale Commission, creada en 1946, fija cuotas anuales de capturas y ha prohibido la pesca de algunas especies : en 1963, la de la ballena gibosa o jorobada (a la izquierda), y en 1965, la de la ballena azul. Pese a ello, desde entonces no se ha observado un aumento ni siquiera en estas especies « protegidas ».

Abajo, ballenas blancas jugueteando en el mar frente a la isla Somerset (Canadá). Esta extraordinaria fotografía aérea fue tomada a 300 metros de altura por J. Douglas Heyland, del Quebec Wildlife Service. La ballena blanca es más pequeña que las otras especies. El Dr. Roger S. Payne, del Institute for Research in Animal Behaviour, de Nueva York, descubrió recientemente que las ballenas « cantan », emitiendo secuencias repetidas de sonidos extraños y a veces desgarradores. En la página precedente, la « partitura » de un fragmento del canto de una ballena gibosa, registrada por el Dr. Payne.

Foto J. Douglas Heyland C. Kodak



LOS REMOLINOS ENERGIA SECRETA DEL MAR

por *Constantin N. Fedorov*

UNO de los aspectos más importantes de la oceanografía moderna es el que se refiere al estudio de las diversas formas en que los océanos transforman su energía. Ese estudio ha cobrado nuevo ímpetu tras el extraordinario descubrimiento de que una enorme cantidad de la energía oceánica proviene de los remolinos o turbulencias que se producen en los mares y que se desprenden de las corrientes marinas más importantes.

¿Cómo funciona un océano? Este recibe constantemente la energía solar, la absorbe, la almacena y luego la redistribuye al circular por el planeta. La energía suministrada por el sol, ya sea directamente ya por medio de la atmósfera y de los vientos, mantiene al océano en movimiento constante; de ahí la formación de las corrientes y de las olas, que tan bien conocen los marinos desde los comienzos de la historia humana.

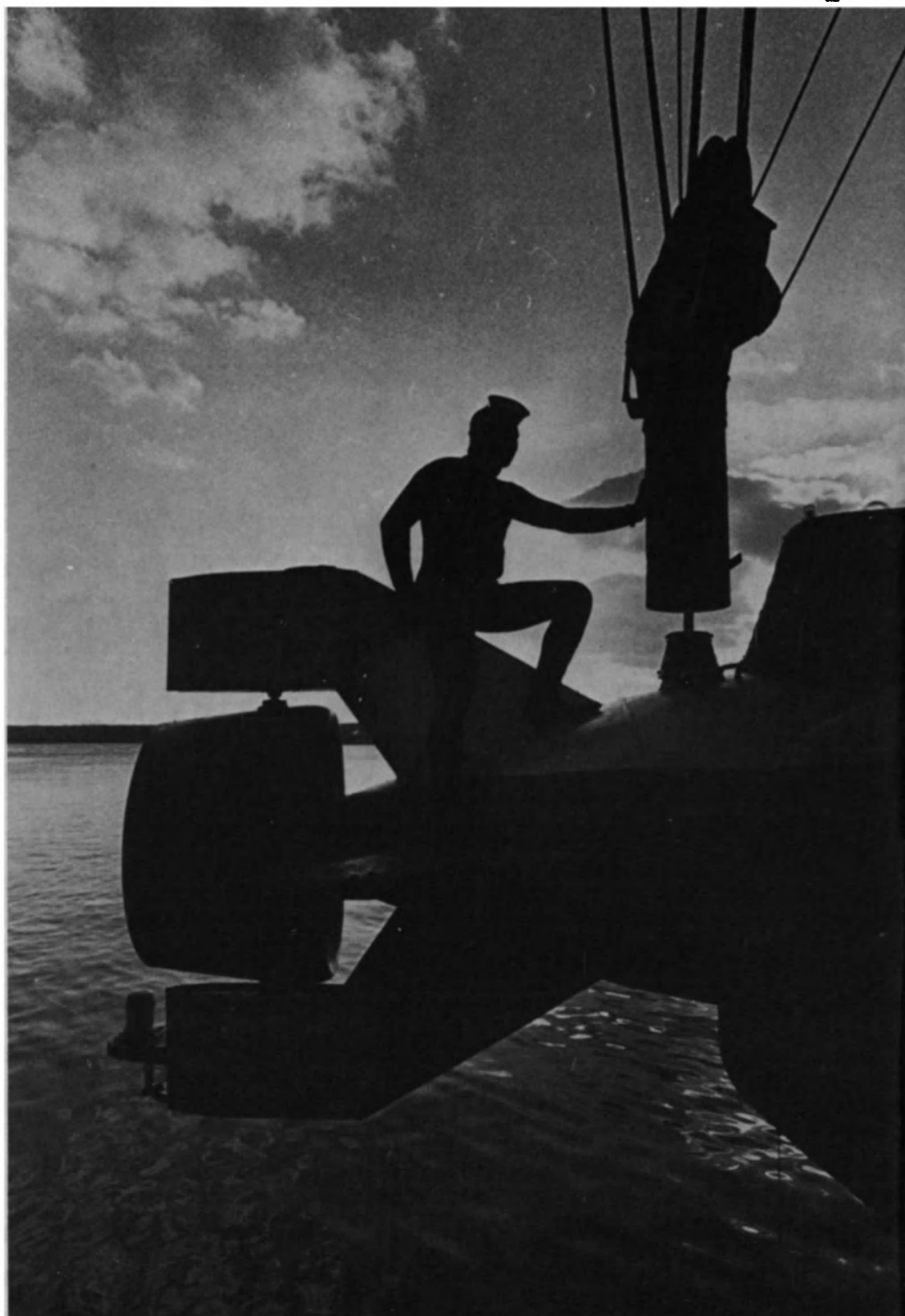
Hasta hace poco los científicos trataban de detectar, describir y cartografiar las corrientes oceánicas, con la esperanza de lograr un día un cuadro completo que facilitara la navegación y la predicción del tiempo. Pero ello no era tarea fácil. Las corrientes son muy caprichosas; ellas son las que determinan no sólo las variaciones del clima y de las mareas — relativamente fáciles de detectar y predecir — sino muchas otras que son tan inesperadas como imprevisibles.

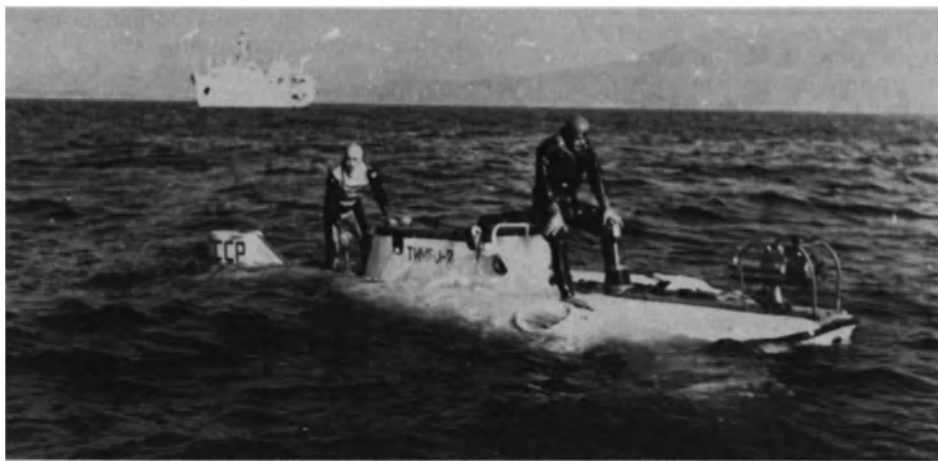
Pronto se descubrió una amplia gama de variaciones. Tal descubri-

CONSTANTIN NIKOLAYEVICH FEDOROV, destacado oceanógrafo soviético, es presidente de la Comisión Científica de Investigaciones Oceánicas del Consejo Internacional de Uniones Científicas. Es director de laboratorio del Instituto de Oceanografía de la Academia de Ciencias de la URSS y autor de numerosos estudios científicos. De 1961 a 1969 fue director de la Oficina de Oceanografía de la Unesco y secretario de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental.

Entre las generaciones más recientes de vehículos soviéticos de exploración oceánica figura el submarino de bolsillo *Tinro 2*. Transportado a alta mar por el buque *Ichtiandre* (1), es separado de éste (2) y dos científicos-pilotos se aprestan a la inmersión que los conducirá al mar profundo (3). Detrás, el buque nodriza que esperará el regreso de los investigadores y los resultados de su exploración.

Fotos Yuri Trankvilitski © Unión Soviética, Moscú





que participaron numerosos navíos oceanográficos, empleándose además gran cantidad de boyas registradoras.

Colaboraron en el experimento, llamado POLYGON-70, científicos de los Estados Unidos, República Federal de Alemania, República Democrática Alemana y Canadá, quienes durante algún tiempo trabajaron junto a sus colegas soviéticos en el navío oceanográfico *Academik Kurchatov*.

Las observaciones efectuadas en el marco del experimento, que duró cerca de siete meses, revelaron algo nuevo y totalmente inesperado para muchos, que sólo unos pocos sospechaban pero que nadie había visto antes. La «red» de flotadores de superficie provistos de corrientímetros o medidores de corrientes «pescó» una turbulencia o remolino gigantesco y registró una serie de datos que permitieron establecer el curso de lo que obviamente era un tipo poco frecuente de movimiento oceánico.

El remolino era de forma elíptica, medía aproximadamente 400 kilómetros en su eje más largo y se desplazaba lentamente hacia el oeste a una velocidad media de 5 centímetros por segundo. En el interior del remolino el agua giraba en la dirección de las agujas de un reloj a una velocidad de hasta 50 centímetros por segundo. Pocos años antes, en 1957 y en 1959-1960, varios científicos norte-

miento no se avenía con ninguno de los conceptos tradicionales de la oceanografía antigua, que el conocido geofísico norteamericano profesor Walter Munk definió como oceanografía «de corriente continua» en la Asamblea Oceanográfica celebrada en Edimburgo en 1976. Pero tampoco resultaba útil la noción de una oceanografía «de corriente alterna», ya que la variabilidad es mucho mayor que las oscilaciones regulares del voltaje de la corriente eléctrica de uso doméstico.

Esa variabilidad intrigó a los científicos durante muchos años. Los cambios afectaban no sólo a las corrientes sino a la temperatura, la salinidad, la velocidad del sonido y muchos otros aspectos físicos del medio ambiente oceánico. A fin de descubrir la razón de tal variabilidad

los científicos decidieron instalarse ellos mismos en el mar y medir todos esos parámetros físicos en un mismo lugar y durante un periodo de tiempo lo más largo posible. Se trataba de saber cuánto tiempo se necesitaba para determinar las constantes medias, cualquiera que fuese la frecuencia con que se realizaran las mismas series de mediciones.

Un grupo de científicos soviéticos, bajo la dirección del profesor V. B. Stockmann, de la Academia de Ciencias de la URSS, realizaron los primeros trabajos en el mar Negro en 1956, luego en el Atlántico septentrional en 1958 y en el océano Índico en 1967. Pero sus esfuerzos sólo se vieron coronados por el éxito en 1970, cuando la URSS organizó en el Atlántico tropical un experimento en gran escala en el

americanos y británicos a bordo del navío *Aries* y utilizando los flotadores equilibrados inventados por el oceanógrafo británico John Swallow, habían descubierto en el océano Atlántico variaciones inusitadas en corrientes muy profundas. Las observaciones realizadas en el mar del experimento POLYGON-70 conferían a esos descubrimientos un nuevo significado.

Gradualmente, los científicos llegaron a la conclusión de que la energía cinética de un remolino puede ser muy superior a la energía de la circulación oceánica general. Esto era completamente nuevo para los oceanógrafos, pero no para los meteorólogos, familiarizados con los vientos fuertes y variables de las perturbaciones ciclónicas y anticiclónicas contenidas en las corrientes de aire que se desplazan con relativa lentitud hacia el oeste, al nivel del suelo, en una amplia extensión de latitudes medias.

El descubrimiento planteó a los científicos múltiples interrogantes: ¿De dónde provenía la energía de las turbulencias oceánicas? ¿La tomaban de la circulación oceánica general, aprovechando su variabilidad? ¿O eran aquéllas, por el contrario, las que suministraban su energía a ésta? Y, en ese caso, ¿eran resultado de las perturbaciones atmosféricas? ¿Tenían algo que ver en su formación las montañas submarinas? ¿Cuántas turbulencias existían en los océanos?

Para responder a estas y otras preguntas, los científicos norteamericanos, junto con sus colegas de la URSS, el Reino Unido y Francia, organizaron en 1973 otra expedición, llamada MODE-1 (Mid-Ocean Dynamic Experiment). En la zona del Atlántico occidental conocida con el nombre de mar de los Sargazos, se instaló durante varios meses una complicada red de instrumentos científicos. Se pudo así detectar y describir otras turbulencias, efectuándose numerosas mediciones para obtener datos acerca de su dinámica.

Uno de los logros técnicos más extraordinarios de este experimento fue el empleo de los flotadores llamados SOFAR (Sound Fixing and Ranging). Estos aparatos acústicos, que se desplazan libremente a gran profundidad, pueden ser seguidos con gran precisión por las estaciones costeras a distancias de miles de millas marinas. Se lanzaron veinte de esos flotadores a una profundidad de 1.500 metros y aun pudo seguirse el rastro de algunos de ellos hasta fines de 1975.

La aparición de las técnicas de detección a distancia y, en particular, de los radiómetros infrarrojos de gran definición permitió observar mediante satélites la variabilidad y la temperatura de las corrientes oceánicas. Las fotografías más sorprendentes así obtenidas son las que muestran las «orillas» de la corriente del Golfo y las turbulencias o «anillos» que se forman en sus meandros.

Con los datos obtenidos en los experimentos POLYGONE y MODE y en otras observaciones se fue formando la nueva concepción de un océano más o menos extensamente agitado por turbulencias o remolinos de 100 a 200 kilómetros de diámetro que se desplazan lentamente hacia el oeste.

¿Y por qué es tan importante estudiar esas turbulencias? ¿Por qué participan en esta investigación flotas enteras de navíos oceanográficos y centenares de especialistas y técnicos, utilizando costosos instrumentos científicos? Volvemos aquí a nuestra pregunta del principio: ¿Cómo funciona el océano? Eso es justamente lo que se trata de saber. Porque el funcionamiento real de los océanos afecta a nuestra vida diaria hasta tal punto que no podemos permitirnos ignorar los más sutiles pormenores de su comportamiento.

Lo que más nos interesa saber es el proceso de redistribución del calor. Suele creerse que la atmósfera influye en el océano, que es ella la que lo «maneja» y regula, y aunque tal cosa sea cierto en muchos aspectos, la influencia retroactiva del océano en la atmósfera es en algunos casos tan fuerte que determina en gran parte el clima y el tiempo de vastas regiones de la tierra.

Pensemos simplemente que, en una misma superficie, la masa de agua de un océano es unas 300 veces mayor que la de la atmósfera. De ahí se infiere, habida cuenta de las diferencias de capacidad calorífica, que el calor almacenado en toda la columna atmosférica es equivalente al acumulado en los tres primeros metros del agua oceánica situada bajo la columna.

El proceso de transmisión del calor de un lugar a otro por las corrientes marinas es muy complicado. Podemos suponer que en él participan también las turbulencias, cosa que efectivamente sucede. Ahora bien, si aún no estamos en condiciones de predecir la transmisión del calor por las corrientes marinas, ¿cómo vamos a estarlo para predecir los efectos caloríficos de las turbulencias oceánicas?

Con el fin de perfeccionar los métodos de predicción los científicos están elaborando modelos matemáticos de la circulación oceánica general, de modo que las computadoras puedan resolver las ecuaciones hidrodinámicas y termodinámicas que describen la conservación de la energía y del calor en los océanos.

Con la ayuda de computadoras potentes, los científicos han podido establecer ya un modelo del campo de las turbulencias oceánicas, y se están elaborando nuevos modelos de la circulación general que tienen presente el movimiento de esas turbulencias.

En esta materia pueden también sernos útiles las lecciones del re-

“TAMBIEN SE MUERE EL MAR”

por Dan Behrman

DE tiempo en tiempo se levanta en el mundo un griterío en torno a un mar que muere o un océano que agoniza. La respuesta de las autoridades es siempre que no hay razón para preocuparse si se adoptan unas cuantas medidas de precaución.

El alboroto suele comenzar con un acontecimiento imprevisto: el derramamiento de petróleo en el mar, la aparición de un pez con manchas extrañas, un accidente en una fábrica de productos químicos... Luego, se echa tierra al asunto, el alboroto se calma y todo sigue más o menos como antes.

Pero ¿en dónde radica la verdad? ¿Quiénes tienen razón: los profetas de la catástrofe o los que tratan de tranquilizarnos? ¿Cuáles son realmente los peligros de la contaminación marina? ¿Cómo podemos detectarla oportunamente para protegernos y proteger nuestros mares?

Estas preguntas se hacía uno de los

moto pasado geológico de nuestro planeta. Como se señaló en la Asamblea Oceanográfica de Edimburgo, la paleoceanografía, esto es, la ciencia que estudia los antiguos océanos, es una de las ramas más fascinantes de las ciencias del mar y una de las que con mayor rapidez se desarrollan.

Combinando los datos de numerosas disciplinas — geología, geomorfología, sedimentología, micropaleontología, tectónica de las placas, física marina, química, biología y bioquímica — los científicos pueden ya reconstituir el aspecto general que tenían los océanos en las diferentes épocas geológicas.

Sabemos, por ejemplo, que la cir-



Foto © Atlas Photo-Robert Valarcher

Dolorosa imagen, escogida entre otras mil igualmente elocuentes, de las consecuencias de la contaminación del mar. Atrapado por una capa de petróleo, este pájaro bobo agoniza, con los músculos pectorales atrofiados, en una de las costas de Francia

especialistas en química marina más conocidos del mundo, el Dr. Edward D. Goldberg, de la Scripps Institution of Oceanography, de La Jolla, California, cuando se disponía a escribir un informe preliminar para *The Health of the Oceans* (La salud de los océanos), obra preparada por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental y que la Unesco acaba de publicar en París.

Lo que el Dr. Goldberg pone de relieve no es tanto el hecho de que las playas y bahías estén llenas de desperdicios y basura como ciertos aspectos mucho más sutiles de la contaminación. He aquí unas cuantas afirmaciones del científico norteamericano:

«Algunas de nuestras preocupaciones actuales no tendrán razón de ser mañana». «Es probable que los yacimientos petrolíferos del mundo queden agotados antes de que se adopten medidas eficaces para reducir de manera importante los vertidos de petróleo en los océanos». «El aumento constante del precio de los metales pesados hará que se los reutilice cada vez más, de modo que en el futuro contaminarán menos que ahora el medio ambiente».

«Por otra parte, la larga permanencia de productos químicos en alta mar puede dar lugar a la formación de una especie de *caldo tóxico* como resultado de la lenta acumulación de desperdicios humanos. En las aguas profundas de los océanos se están

acumulando, de manera gradual y continua, productos químicos sintéticos que contienen átomos de cloro y a veces de flúor, los llamados hidrocarburos halogenados. Esos productos entran en las aguas costeras por los vertederos de las alcantarillas y en las aguas superficiales de los océanos en forma de gases transportados por la atmósfera, pero, como consecuencia de los procesos físicos y biológicos del mar, en menos de diez años pasan a las aguas profundas».

«Sabido es que algunos de esos productos químicos alteran el proceso metabólico de los organismos vivos. Los compuestos más pesados, como el DDT y los bifenilos policlorados, afectan al metabolismo del calcio de las aves marinas, haciendo que sus huevos tengan una cáscara más delgada.»

«Otros productos químicos tales como los clorofluorhidrocarburos, que se emplean como propulsores de aerosoles, pueden interferir en el proceso de fermentación de los microorganismos, impidiendo la degradación de las materias orgánicas en los ciclos bioquímicos normales.»

«Lo que más nos inquieta es la posibilidad de que la acumulación de materias tóxicas pueda alcanzar niveles tan altos que provoque enfermedades y mortalidad entre los organismos expuestos a ellas tanto en alta mar como en las aguas costeras.»

culación oceánica general era en otras épocas muy diferente de la que hoy conocemos, como diferentes eran también el clima de nuestro planeta y la forma misma de los océanos. Esto nos permite, a su vez, elaborar modelos matemáticos de los climas prehistóricos de la tierra y comprobar su exactitud mediante la información que nos suministran la paleobotánica y la paleontología.

Pese a todo, aún necesitamos profundizar y ampliar nuestros conocimientos sobre los océanos. Habrá que realizar nuevas observaciones que nos permitan responder a la cantidad creciente de preguntas y confirmar o rechazar las diversas teorías al respecto. Hay que efectuar también nuevas mediciones que nos suministren

datos en los que podamos basar nuevas hipótesis y modelos teóricos.

Actualmente se está organizando un nuevo experimento oceánico. Esta vez se trata de un proyecto soviético-norteamericano al que se ha dado el nombre de POLYMODE (contracción del nombre de los dos precedentes, POLY-GONE y MODE). Su finalidad es obtener mayor información sobre las turbulencias y su función en la dinámica interna de los océanos. El experimento se realizará en gran parte del Atlántico occidental, pero los científicos del Reino Unido, Francia y la República Federal de Alemania están instalando sus propias redes de observación en varias zonas del Atlántico oriental.

Una de las tareas de POLYMODE

«Hoy no podemos ya dar marcha atrás. Es tan grande el volumen de las aguas oceánicas que la recuperación de una sustancia tóxica derramada como consecuencia de un accidente o una catástrofe constituye una empresa superior a la capacidad de nuestras técnicas actuales o de las de un futuro previsible».

«Al alterar así, lenta pero continuamente, las aguas oceánicas, corremos el riesgo de llegar a las generaciones futuras un océano envenenado. Actualmente vertemos cada año en el océano millones de toneladas de compuestos sintéticos tales como los hidrocarburos halogenados. Si esas sustancias se mezclan con las aguas profundas, en un plazo de diez años descenderán a capas situadas por debajo de aquellas en que se efectuó la mezcla, donde pueden permanecer durante miles de años. ¿Qué cantidad de esas sustancias se necesita para que el deterioro del ecosistema sea irremediable?».

Ninguna nación, observa el Dr. Goldberg, dispone de los recursos económicos y científicos necesarios para ocuparse por sí sola de la salud del océano y evitar semejante desastre. Bien puede decirse que el problema es de proporciones oceánicas.

Y, sin embargo, en el mundo existen menos de doce laboratorios capaces de medir la cantidad de DDT o de petróleo existente en el mar. Más o menos el mismo es el número de laboratorios que analizan las concentraciones de elementos tales como el plutonio. Justamente, agrega el Dr. Goldberg, la instalación de centrales de energía nuclear en las zonas costeras puede dar lugar a que se produzcan en gran cantidad y durante largos periodos pequeñas evacuaciones de desechos, con el consiguiente riesgo de que el océano se vuelva peligrosamente radiactivo.

La creencia general de que el petróleo es enteramente biodegradable y de que su descomposición es pro-

será descubrir cuál es el grado de uniformidad con que se distribuye la energía de las turbulencias en los océanos, pues se ha observado que en algunas regiones son más frecuentes y encierran mayor energía que en otras.

El experimento tendrá lugar en 1977 y 1978. ¿Cabe esperar que se desvele definitivamente el misterio de las turbulencias oceánicas? Desde luego que no. Pero la colaboración entre los científicos de diferentes países proseguirá, y ello representa una de nuestras mejores esperanzas en los tiempos que nos ha tocado vivir.

Konstantin N. Fedorov

EL OCEANO EN UN TUBO DE ENSAYO

ducida sobre todo por las bacterias marítimas no parece responder completamente a la realidad. Lo que se observa en un laboratorio no es forzosamente lo que sucede en el mar. Así, aunque actualmente quepa afirmar que los microorganismos marinos pueden degradar algunos componentes del petróleo, el Dr. Goldberg afirma que «sabemos muy poco de los índices de descomposición en un medio natural.»

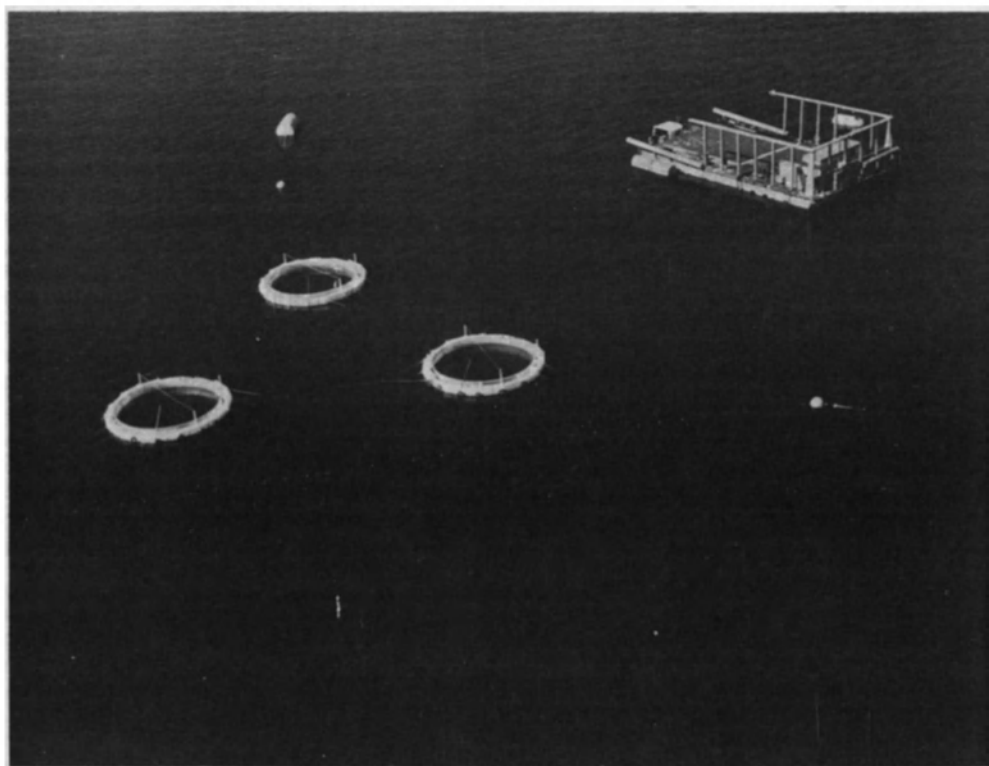
He aquí la descripción tragicómica que Goldberg hace del mar como basurero. En una faja costera de unos 100 kilómetros de largo cerca de Amchikta (Alaska), de la que no se puede decir que esté densamente poblada, se encontraron 24.000 objetos de plástico. En 1973 se inspeccionó una superficie de 12,5 kilómetros cuadrados en el centro del Pacífico septentrional; el «botín» fue el siguiente: seis botellas de plástico, veintidós fragmentos de otros artículos de plástico, doce flotadores de vidrio para pesca, cuatro botellas de vidrio, una cuerda, un viejo globo, madera labrada, un cepillo de zapatos, una sandalia de caucho, una lata de café y tres trozos de papel.

Es a todas luces necesario establecer un sistema de alerta. El Dr. Goldberg propone, como punto de partida, un programa básico de muestreo, de un año de duración, durante el cual se recogerían y analizarían mil muestras tomadas de la atmósfera, de las corrientes oceánicas, de los organismos marinos, de los ríos y de las aguas de la plataforma continental, de las lluvias y los glaciares y de los sedimentos de alta mar.

Dado el coste demasiado elevado de ese programa, el Dr. Goldberg propone que, como primer paso, se emprenda la observación de ciertas especies de mariscos conocidos por su capacidad de asimilar las sustancias contaminantes. Cada año podrían analizarse 100 muestras para detectar los hidrocarburos, las materias radioactivas artificiales, los hidrocarburos clorados y los metales pesados, «esas sustancias que se ha demostrado ponen en peligro los procesos vitales del océano.»

El Dr. Goldberg estima que este programa inicial costaría en total menos de 300.000 dólares. Si su cálculo es exacto, lo que debemos preguntarnos no es cuándo comenzará la observación de los mariscos, sino por qué no se inició ya hace tiempo.

Dan Behrman



Fotos © T. R. Parsons

por Timothy R. Parsons

EL propósito del Decenio Internacional de Exploración Oceánica — uno de los múltiples programas oceanográficos que patrocina la Unesco — es mejorar nuestros conocimientos de los océanos del mundo por medio de proyectos de investigación científica.

Algunos de esos proyectos tienen como finalidad estudiar esencialmente los aspectos geológicos o físicos de los mares, mientras que otros se orientan a obtener mayor información sobre la biología marina, prestando atención particular al problema de las consecuencias que en la fauna oceánica tienen las actividades humanas.

Uno de los proyectos del Decenio

TIMOTHY R. PARSONS, presidente de la Asociación Internacional de Oceanografía Biológica, es profesor de oceanografía en la Universidad de British Columbia, de Vancouver (Canadá). Pertenece a la División de Oceanografía de la Unesco.

Internacional es el Experimento de Contaminación Controlada de un Ecosistema (CEPEX), que financia fundamentalmente la United States National Science Foundation. Los principales países que en él participan son los Estados Unidos, el Reino Unido y Canadá.

El CEPEX se propone estudiar los efectos a largo plazo de los agentes contaminantes que existen en escasa cantidad en el medio marino. Los químicos han demostrado que en los océanos se han ido acumulando cantidades mínimas de cobre, plomo, plaguicidas e hidrocarburos. Lo que ignoramos todavía es si pequeñas concentraciones de esas sustancias pueden ser nocivas para la vida marina.

Tal ignorancia se debe a dos factores. En primer lugar, resulta imposible analizar todos los organismos marinos a fin de determinar cómo reaccionan a esas bajas concentraciones de sustancias contaminantes; en segundo lugar, es probable que los efectos a largo plazo de esa lenta acumulación de sustancias no se adviertan hasta que pase mucho tiempo, quizás hacia el año 2000, cuando acaso sea demasiado tarde para ponerles remedio.

Con el fin de observar los efectos crónicos de los agentes contaminantes marinos poco concentrados, los científicos del CEPEX decidieron aislar grandes masas de agua en las que poder analizar todos los aspectos de la biología marina en una zona oceánica determinada. De la misma manera proceden los ecólogos cuando

cercan una superficie de tierra, aislándola de cualquier factor ajeno a su estudio.

Pero el problema con que se enfrentaban los oceanógrafos consistía precisamente en la imposibilidad de «cercar» el agua del mar, dado lo difícil que era encontrar un recipiente capaz de contener agua en cantidad suficiente para conservar el medio ambiente natural del océano.

La solución consistió en emplear uno de los objetos más familiares a los científicos: los tubos de ensayo o probetas. La única diferencia estriba en que los tubos de ensayo del CEPEX tenían que ser suficientemente grandes para que contuvieran todo el ciclo de la vida marina, desde la luz solar hasta los peces; debían fabricarse con un material suficientemente fuerte para resistir las olas, suficientemente transparente para dejar pasar la luz del sol y, sobre todo, que no fuera tóxico, ya que el propósito de los científicos era precisamente introducir en los recipientes pequeñas cantidades de sustancias tóxicas para poder estudiar su efecto en la biología marina.

Los tubos de ensayo del CEPEX tienen capacidad para más de 2.000 toneladas de agua y están concebidos de manera que puedan flotar en el mar; con ello se ha reducido al mínimo el coste de construcción y se ha logrado reproducir lo más fielmente posible el medio natural del océano.

Los tubos de ensayo se han instalado sobre todo en Saanich Inlet, un fiordo de la costa de Columbia Británica, en el Canadá. Probetas similares se están empleando en Loch Ewe, Escocia, y en Kieler Bucht, República Federal de Alemania. Por el momento se utilizan en los experimentos tres de estos tubos grandes y seis más pequeños.

Resultaría prolijo enumerar en su totalidad los múltiples resultados que se están obteniendo con el programa del CEPEX. Baste señalar por ahora que uno de los descubrimientos de mayor alcance es el que atañe a la estructura de la cadena alimentaria marina y a su posible alteración, ya sea por las actividades humanas ya sea por los fenómenos naturales. A este respecto se sabe desde hace algún tiempo que el mar puede producir a veces grandes cantidades de diversos tipos de medusas y que también varía la abundancia de las especies comerciales.

Basándose en las investigaciones del CEPEX, se ha formulado la hipótesis de que puede existir una cierta relación entre esos dos fenómenos. Al estudiar los organismos microscó-

picos del zooplancton, que constituyen el alimento tanto de las medusas como de los alevines de las especies comerciales, se descubrió que existen dos procesos diferentes que pueden favorecer sea a las primeras sea a las segundas.

Dicho de manera sencilla, se cree que la producción de pequeñas células vegetales (flageladas) puede determinar la formación de zooplancton diminuto, lo que favorece el crecimiento de las medusas; por el contrario, la producción de grandes células vegetales (sobre todo diatomeas) fomenta la producción de zooplancton de gran tamaño, el cual favorece el crecimiento de los alevines.

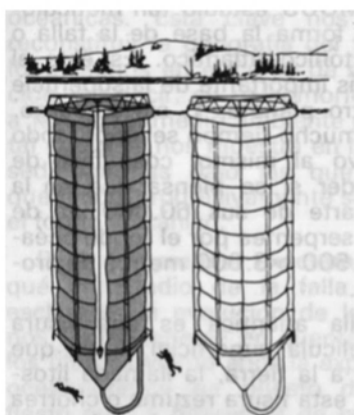
Evidentemente, desde el punto de vista económico sería desastroso que disminuyeran las especies comerciales, en provecho de la multiplicación de las medusas. El problema consiste en descubrir el factor que determina la cadena alimentaria que va de las células flageladas a las medusas, frente a la cadena alimentaria de las grandes diatomeas, más útil para el hombre.

Gracias a los experimentos del CEPEX ha podido demostrarse que las pequeñas células vegetales flageladas son producidas a menudo por la contaminación, particularmente de metales pesados o de hidrocarburos, en pequeñas concentraciones. Sin embargo, la cadena alimentaria que favorece la producción de células flageladas y medusas podría ser producida también por fenómenos naturales como las tempestades.

Así, la hipótesis, en caso de que fuera correcta, explicaría por qué las medusas son abundantes unos años sí y otros no, como consecuencia de los cambios naturales del tiempo, y permitiría suponer que los mismos fenómenos pueden intensificarse con la contaminación del océano por las actividades humanas, en detrimento de las especies comerciales que utilizamos para nuestra alimentación.

Se espera que el programa del CEPEX dure cerca de diez años y que cuente en el futuro con la colaboración de un número mayor de científicos de otros países.

Timothy R. Parsons



Tubos de ensayo, de material plástico, para investigaciones oceánicas. De 30 metros de alto y con capacidad para más de 2.000 toneladas de agua, constituyen verdaderos laboratorios donde se estudian los efectos biológicos a largo plazo de los agentes contaminantes del mar. De las tres probetas gigantes (página de la izquierda) sumergidas en Saanich Inlet, frente a la costa canadiense del Pacífico, sólo pueden verse los flotadores.

EL 2 de agosto de 1973, a las 12 h 10, el batiscafo francés *Archimède* tocaba fondo a 2.540 metros de profundidad en medio del océano Atlántico, a 700 km al suroeste de las Azores.

Bajo la luz de los proyectores los hombres de a bordo pudieron ver, como si acabara de surgir de la tierra, una cascada de lavas negras que parecía haber quedado petrificada en su avance. A través de las numerosas grietas había «rezumado» la lava, originando brotes, filamentos y divertículos que se solidificaban en el momento mismo de formarse.

Las exploraciones posteriores confirmaron que se trataba de una corriente de lava muy reciente, de sólo unos cuantos miles de años de antigüedad, que cubría las faldas de un pequeño volcán al que se dio el nombre de monte de Venus.

Este volcán, de 250 metros de altura, 1.000 de anchura y 3.000 o 4.000 de longitud, ocupa el eje de un valle submarino de 2.700 metros de profundidad y tres kilómetros de ancho. El valle está rodeado de escarpaduras vertiginosas que forman muros casi verticales.

La exploración de este valle era el cometido que se había fijado la expedición FAMOUS (French American Mid-Oceanic Undersea Survey, o Estudio submarino franco-norteamericano de la cordillera mesoocéanica), iniciada justamente con la inmersión del *Archimède*. Durante dos veranos consecutivos, tres submarinos, uno norteamericano, el *Alvin*, fletado por la Woods Hole Oceanographic Institution, y dos franceses, el *Archimède* y el *Cyana*, dependientes del Centro Nacional francés para la Explotación de los Océanos, iban a recorrer más de 90 km de fondo a una profundidad de más de 2.500 metros y a una altura por encima del fondo inferior a los cinco metros.

Durante las 228 horas de exploración en el fondo oceánico, se recogieron dos toneladas de rocas en 167 puntos diferentes, se hicieron 23.000 fotografías y se registraron más de 100 horas de televisión. Gracias a los datos así obtenidos, pudo reconstituirse rápidamente el medio geológico del valle, una de las zonas donde «se fabrica» el fondo de los océanos.

Pronto pudo comprobarse que el paisaje cambiaba con gran rapidez, desde el volcán que ocupaba el eje del

XAVIER LE PICHON, consejero científico del Centro Nacional Francés para la Explotación de los Océanos, tiene a su cargo los programas relativos a los submarinos oceanográficos franceses. Es director científico del programa FAMOUS (al cual se refiere en el presente artículo) en lo concerniente a la participación de Francia. Ha publicado, entre otras obras, *L'expédition Famous, à 3 000 m sous l'Atlantique (en colaboración con Claude Riffaud, Ed. Albin Michel, Paris 1976)* y *Le fond des Océans (en colaboración con Guy Pautot, Colección «Que sais-je», Ed. PUF, Paris, 1976)*.

EXPLORANDO LA GRAN FALLA ATLANTICA A TRES MIL METROS DE PROFUNDIDAD

por Xavier Le Pichon

valle hasta el pie de los escarpados muros. El eje del valle presenta un paisaje volcánico primario; la corteza oceánica es de creación reciente. Se observa, en efecto, que la edad de las rocas aumenta a ambos lados del eje.

Esto se refleja en la lenta desaparición de la corteza volcánica bajo la «nieve» de los sedimentos calcáreos, que provienen del plancton superficial y se van acumulando al ritmo de 3 cm cada 1.000 años, es decir, aproximadamente 30 metros cada millón de años.

Según este proceso, tras decenas de millones de años el fondo volcánico debía de estar cubierto por una espesa capa de varios kilómetros de lodo. Ahora bien, en el monte de Venus, mientras el légamo blanco forma sólo un ligero velo, irregular, con unas cuantas bolsas de acumulación, el espesor del lodo puede alcanzar varios metros en el primer escalón de los muros.

La aparición progresiva de una capa sedimentaria a ambos lados del volcán es señal de que la edad de creación de las rocas volcánicas aumenta regularmente a medida que nos acercamos a los muros del valle.

La datación de las rocas confirmó tales observaciones. La lava es muy reciente en el eje, pero alcanza casi un centenar de miles de años en los muros. Así, pues, todo mueve a pensar que el valle se fue ensanchando progresivamente durante los últimos cien mil años por inyección de lavas en fusión en su parte axial.

El monte de Venus es la zona de inyección actual. Puede compararse con una gigantesca coliflor que hubiese aumentado de tamaño hinchándose, agrietando la corteza superficial y vomitando lava a través de las fisuras. La lava así surgida forma los brotes antes mencionados, que inmediatamente se solidifican.

Estas formaciones volcánicas muy particulares, propias del mundo submarino, provienen de que la lava se solidifica casi instantáneamente en contacto con el agua. Se forma así una corteza que aísla térmicamente la lava subyacente y ésta puede mante-

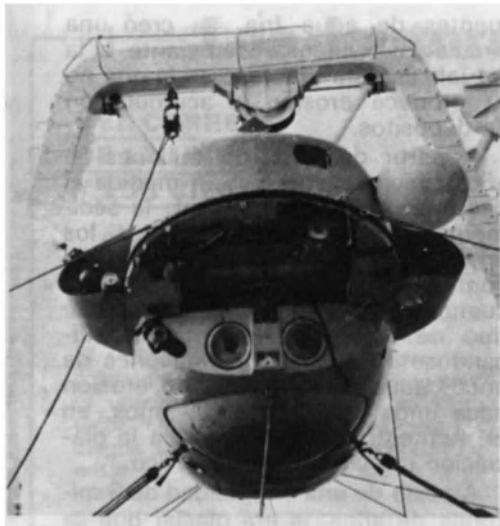
nerse en estado líquido durante bastante tiempo. Cuando intenta salir, no puede hacerlo horizontalmente. De ahí que tienda a «brotar» hacia arriba, dando origen a la forma en coliflor.

Las inmersiones realizadas al norte y al sur del monte de Venus pusieron de manifiesto la existencia de verdaderos campos de fisuras abiertas. En el valle parecen existir dos modos tectónicos: uno puramente extensional durante el cual la corteza se estira, se distiende y se agrieta originando campos de fisuras. Cuando la abertura de éstas es suficientemente grande para alcanzar la fuente de lava o la cámara magmática situada a dos o tres kilómetros por debajo, si la presión en esa cámara es suficiente, el magma menos denso asciende a través de las fisuras y da lugar a un segundo modo, el modo extrusivo (es decir, sin proyección ni derrame sensibles) en que todas las huellas de la tectónica extensional quedan inmediatamente enterradas bajo el volcán. fisural en construcción.

Este pequeño valle que la operación FAMOUS estudió tan meticulosamente forma la base de la falla o valle tectónico atlántico. Es éste el rasgo más importante de la superficie de nuestro planeta. Y, sin embargo, durante mucho tiempo se ignoró todo lo relativo al mismo, cosa fácil de comprender si se piensa que en la mayor parte de sus 60.000 km de longitud serpentea por el fondo oceánico a 2.500 o 3.000 metros de profundidad.

La falla atlántica es una fisura en la película superficial rígida que envuelve a la tierra, la llamada litosfera. Por esta fisura rezuma o chorrea casi continuamente — si se juzga a la escala de las eras geológicas — el magma basáltico procedente de las profundidades del planeta. Ese chorro de basalto en fusión crea el nuevo fondo oceánico en el eje del valle tectónico. Y es justamente esa creación de nuevo fondo marino lo que estudió la expedición FAMOUS.

El estudio de la falla atlántica ofrece la clave del modelo dinámico global de nuestros días, modelo que explica la deriva de los continentes



El pequeño submarino francés *Cyana*, uno de los tres que participaron en la expedición franco-norteamericana que exploró durante dos años, en una extensión de más de 90 kilómetros, un valle en el fondo del Atlántico. Abajo, una caverna de basalto a 2.733 metros de profundidad, fotografiada en 1974.

Fotos © CNEXO, París



en función de la expansión del fondo marino en el eje de las cordilleras oceánicas. Esta clave nos permite reconstituir la geografía del fondo de los océanos en el curso de su evolución, es decir, su paleomorfología y, a la vez, el medio ambiente primitivo tal como se nos muestra en las capas sedimentarias bajo las que ha ido quedando progresivamente sepultado el fondo volcánico.

Para comprender exactamente por qué el estudio de la falla permite esclarecer la evolución de los océanos, debe tenerse en cuenta que en los últimos veinte años la exploración oceanográfica ha puesto de manifiesto que, a diferencia de la corteza continental, la oceánica es efímera.

Los océanos nacen, se desarrollan y mueren en un periodo de tiempo inferior a doscientos millones de años, esto es, sólo una veinticincoava parte de la historia total del globo terráqueo. Así, por ejemplo, hace doscientos millones de años no existía océano Índico ni océano Atlántico. En cambio, un vastísimo océano alpino-himalayo se extendía allí donde hoy se sitúan esas grandes cadenas montañosas.

El proceso en virtud del cual se ensancha progresivamente la falla atlántica por inyección de nuevas lavas en su eje, separándose a ambos lados las rocas más antiguas, es justamente el mismo que origina la expansión del fondo marino.

La falla oceánica es la zona de ruptura entre dos placas que se separan. En este proceso de separación las rocas profundas ascienden hacia la zona vacía que así se crea. Una parte del basalto producido por fusión parcial alcanza la superficie para formar la corteza oceánica de 5 a 6 km de espesor, según el proceso estudiado por la expedición FAMOUS.

Son los fenómenos térmicos los que dominan. Las rocas profundas muy calientes ascienden continuamente a la zona de inyección. Al enfriarse, pierden su fluidez y adquieren las propiedades físicas de rigidez de la litosfera. Se produce así un añadido de nueva litosfera oceánica a cada una de las placas. Ese añadido es simétrico en relación con la zona de inyección, ya que el enfriamiento se produce de manera idéntica en ambos lados.

La litosfera oceánica se forma, pues,

en virtud de un proceso de añadido o acrecimiento simétrico en relación con la zona de inyección, llamada frontera de acrecimiento o valle tectónico.

Al ensancharse, el acéano evoluciona progresivamente. En la zona de la falla oceánica, donde acaba de crearse la nueva litosfera, su temperatura media es muy elevada. Por consiguiente, su densidad media es escasa y también lo es relativamente la profundidad del agua, entre los 2.500 y los 3.000 metros. A medida que envejece, la litosfera se enfría y su temperatura media disminuye. Consiguientemente, se contrae y la profundidad del agua aumenta.

En general, una porción del océano es tanto más profunda cuanto mayor es su antigüedad. Hay, pues, una profundización simétrica de la superficie de la corteza oceánica desde el eje de la falla oceánica hasta los bordes de los continentes. La parte más reciente (unas cuantas decenas de millones de años) tiene la forma de un triángulo isósceles muy achatado cuyo vértice, la zona del valle tectónico o falla, se sitúa a una profundidad de 2,5 a 3 km y cuya base es de varios centenares de kilómetros.

A esta porción del océano se le llama cordillera o cresta mesoatlántica. Como esa zona es la más reciente y la más alejada de los aportes continentales, la corteza oceánica sólo recibe en ella la «nieve» de los sedimentos pelágicos descubierta y observada durante la expedición FAMOUS.

Cuando la edad de la litosfera es superior a 70 millones de años, el enfriamiento está cerca de su límite máximo y la profundidad, superior a 5.500 metros, sólo aumenta ya muy lentamente con la edad. Es ésta la región de la cuenca oceánica, el segundo territorio característico del océano junto con la cordillera mesoatlántica.

La mayor profundidad de la cuenca tiene como consecuencia una temperatura más baja de las aguas del fondo, una presión más alta y una falta de saturación de esas aguas en carbonato y sílice. Las aguas del fondo disuelven, pues, fácilmente los frágiles esqueletos de los organismos

▶ planctónicos.

En una cuenca alejada de los continentes, por debajo de los 4.500 metros aproximadamente, sólo los sedimentos muy finos producidos por la erosión de las rocas continentales pueden acumularse en el fondo después de ser transportados por las corrientes o los vientos. Su índice de acumulación es sumamente bajo: no supera un milímetro por cada 1.000 años. Estas «arcillas rojas» cubren las zonas de «colinas abisales» que corresponden al sepultamiento del relieve volcánico inicial.

De todos modos, si una cuenca oceánica está próxima a un continente y no se halla separada de él por una fosa activa que haga el papel de cepo o trampa, los sedimentos terrígenos, producidos por la erosión de los continentes, pueden depositarse mucho más rápidamente y nivelar por completo la morfología inicial. Así es como se forman las llanuras abisales. En ellas la aportación de sedimentos la realizan sobre todo las avalanchas de lédamo que se originan en los taludes continentales y que se transforman en corrientes cargadas de partículas en suspensión.

En la práctica, no es fácil reconstituir en detalle esta evolución del fondo oceánico. Hoy sabemos, en efecto, restituir con bastante exactitud la configuración geométrica y la morfología de un océano en el curso de su evolución, desde la fase del primitivo valle tectónico continental hasta la actual; en cambio, es mucho más difícil reconstituir el medio ambiente original. En este punto los datos esenciales se los debemos al estudio de la capa sedimentaria.

Esta es justamente una de las misiones esenciales del programa DSDP (Deep Sea Drilling Project, o Proyecto de perforaciones en mar profundo), que iniciaron en 1968 los Estados Unidos y que actualmente llevan a cabo conjuntamente seis naciones: los mismos Estados Unidos, la URSS, la República Federal de Alemania, Japón, Gran Bretaña y Francia.

Gracias al navío oceanográfico *Glomar Challenger*, capaz de perforar el fondo marino a más de 1.500 metros y con una profundidad total de cerca de 7.000 metros, conocemos actualmente la sucesión de las rocas sedimentarias que se han ido depositando en diversos puntos del fondo de los océanos a lo largo de su evolución.

Se han efectuado hasta ahora más de 400 perforaciones en todos los océanos, desde el Antártico hasta el Ártico. No podemos hacer aquí una síntesis de todos los resultados obtenidos en el marco de este inmenso esfuerzo de investigación en el que colabora la comunidad científica del mundo entero, con mayor razón si se piensa que la empresa está en curso de realización y se desarrolla con gran rapidez. En todo caso, no hace falta recalcar su importancia para la reconstitución del medio am-

biente y, en particular, del clima de nuestro planeta en las distintas eras geológicas.

En efecto, mientras que al continente se le puede comparar con un encerado o pizarrón en el que la erosión borra regularmente los datos, los océanos son más bien como un muro que recibe varias capas de pintura. La información está en ellos presente pero sepultada. Basta con atravesar las capas superiores para llegar a ella. Esto es justamente lo que está haciendo el *Glomar Challenger*.

A guisa de ejemplo, vamos a trazar un panorama sucinto de la evolución del Atlántico septentrional, entre Africa y América del Norte, tal como aparece a la luz de los resultados de las perforaciones del *Glomar Challenger*.

Este océano se ha ido abriendo progresivamente desde hace 180 millones de años, al ritmo medio de 3 centímetros por año. Así, pues, la característica esencial de esta cuenca oceánica es su ensanchamiento y su profundización a lo largo del tiempo, junto con una modificación completa de la circulación oceánica, en la superficie desde luego pero sobre todo en profundidad.

En efecto, en sus inicios la cuenca atlántica estaba cerrada al norte y al sur, se situaba cerca de la zona ecuatorial y no tenía por tanto acceso a las fuentes de agua polar fría. Su situación podría compararse a la del mar Rojo actual. La cuenca va ahondándose lentamente y sus aguas profundas se vuelven inmóviles.

Es probable que los depósitos de los primeros tiempos de la apertura de la cuenca atlántica contengan sal, al menos en su sector norte. La sal se depositó en una cuenca estrecha, poco profunda, cerrada y sometida a un clima muy cálido y seco. Tras la sal vinieron otros sedimentos carbonatados, en un medio bien oxigenado. La profundidad seguía siendo seguramente inferior a los 2.000 metros pero aumentaba progresivamente. A partir de hace 140 millones de años, la profundidad era sin duda alguna superior a 3.000 metros y las aguas profundas parecían volverse inmóviles durante largos periodos, como en el actual mar Negro. Ello dio como resultado característico la formación de depósitos ricos en productos orgánicos. La presencia de «arcillas rojas» indica por primera vez una gran profundidad.

Entre los 110 y los 80 millones de años, se observa una fase volcánica importante, sin duda vinculada con los comienzos de la fragmentación entre Europa y América del Norte. Por otro lado, el mar invade los continentes y los productos de la erosión son arrastrados a las plataformas continentales.

Gracias a la separación de Europa y de América del Norte (hace 80 millones de años) y más tarde de Groenlandia y Europa (hace 60 millones de años), lo que abrió el camino a las

fuentes de agua fría, se creó una circulación oceánica semejante a la actual. Es ésta una fase en la que no se produce erosión ni acumulación de depósitos.

A partir de hace 45 millones de años, iniciado ya en gran medida el descenso del nivel del mar, la sedimentación se caracteriza por los aportes de productos de erosión del continente a la parte profunda de la cuenca y al pie de los márgenes. Este tipo de sedimentación irá intensificándose hasta hace 15 millones de años, aunque con fases de erosión hace unos 30 millones de años, en el momento en que se inicia la glaciación del continente antártico.

A partir de una antigüedad de 3 millones de años, la era glacial que se instaló en el hemisferio norte origina una acumulación masiva de productos de erosión bastos, provocada por los enormes descensos de nivel del océano durante las fases principales de progresión glacial. Es la época de la formación de las llanuras abisales. Desde el comienzo de la última fase, hace 11.000 años, esos aportes bastos han disminuido netamente, ya que el nivel del mar ha ascendido de nuevo 100 metros.

Como vemos, desde FAMOUS hasta el Proyecto de perforaciones en mar profundo, la exploración del fondo oceánico ha permitido formular un esquema coherente de evolución global. Gracias a ello, podemos reconstituir por primera vez con precisión las variaciones del medio ambiente durante los últimos doscientos millones de años.

Durante esta fase crucial los continentes se fueron poblando progresivamente de seres vivos, proceso que culminó con la aparición de los antepasados del hombre, aproximadamente por la época en que la glaciación se instalaba en el hemisferio norte. Parece indudable que esas variaciones climáticas, tan importantes pero aún tan mal conocidas, han desempeñado un papel capital en el proceso de expansión de la especie humana por todo el planeta.

Sólo el estudio del océano podrá permitirnos un día una comprensión global de la cuestión. Pero el océano es un medio muy complejo, cuya exploración real está apenas comenzando. De ahí que sea difícil prever lo que en este punto nos reserva el futuro.

Xavier Le Pichon

Los lectores nos escriben

« EL CORREO DE LA UNESCO » Y LOS CIEGOS

Soy ciego, profesor de literatura francesa en un liceo de Nancy, y acabo de leer el primer número de la *Revista de la Unesco en Braille*. Los artículos, tomados en su totalidad de *El Correo*, me han interesado sobremanera y estoy seguro de que no seré el único en apreciarlos en su justo valor. Esta revista constituye para los ciegos un medio complementario de entrar en contacto con el mundo y es indudable que a muchos de ellos les permitirá salir del aislamiento en que se encuentran.

Desde este punto de vista, en Francia podemos considerarnos como privilegiados en relación con los ciegos de algunos países, cuyo universo social y cultural sigue siendo extremadamente limitado. Para ellos, más aun que para nosotros, la aparición de la revista antes citada constituirá un rayo de esperanza.

Creo que la Unesco, más que cualquier otra Organización, está en condiciones de recordar a la humanidad sus obligaciones de fraternidad, pero también de justicia, puesto que más allá de las diferencias y desigualdades físicas, todos los hombres tienen derecho a la información y la cultura.

C. Poncin
Nancy, Francia

N.D.L.R. — El primer número de la Revista de la Unesco en Braille apareció en abril de 1976 y tuvo una acogida entusiasta. Se proyecta publicar dos números en 1977, con una tirada mayor para responder a los pedidos provenientes de más de

120 países. La revista se edita en español, inglés y francés, y se distribuye gratuitamente. Los interesados pueden dirigirse a: Frederick Potter, Centro de Información para Visitantes, Unesco, 7 Place de Fontenoy, 75700 París. Recordamos a nuestros lectores que « El libro parlante » — organismo oficial dependiente del Ministerio de Bienestar Social de la República Argentina — publica cada mes un número de El Correo de la Unesco, en español, grabado en dos casetes magnetofónicas, empresa que viene realizando desde 1972. Los pedidos pueden hacerse dirigiéndose al mentado organismo: Avenida de Mayo 869, 1084 Buenos Aires, República Argentina.

« EL PLANETA UNESCO »

Hace más de veinte años que estoy suscrito a *El Correo de la Unesco*. Por motivos prácticos — dado que soy profesor de español en las clases nocturnas del Instituto L. B. C. de Amberes — he preferido siempre la edición española.

El número de agosto-septiembre de 1976, titulado « El planeta Unesco », es tan interesante e instructivo para los estudiantes, que pueden ustedes estar seguros de que será acogido con entusiasmo en todas partes.

Raymond Duys
Mortsel, Bélgica

En mi opinión, los dibujos son malos, los colores deficientes y, lo que es peor, la técnica de los « globos » hace fastidiosa la lectura. Si no se tuviera previamente un conocimiento

de la labor de la Unesco, sería muy difícil enterarse de ella por medio de ese número.

Espero que no traten de insistir en esa experiencia, a mi juicio desastrosa. Si mis amigos o yo quisiéramos leer historietas ilustradas, compraríamos alguna de las revistas dedicadas a ellas.

Anne Keryon
Accrington, Inglaterra

Lo encuentro tan útil, tan interesante, y al mismo tiempo tan fácil de comprender, que he solicitado una cantidad mayor de ejemplares de ese número.

Gilbert Blondeau
Director de la
Biblioteca Municipal
Ste. Foy, Canadá

Acabo de leer el magnífico número correspondiente a agosto-septiembre de 1976 y he decidido hacer inmediatamente una suscripción de *El Correo de la Unesco* destinada a mis hijos.

J. Eric Diehl
Boras, Suecia

Aprovecho esta oportunidad para manifestarles que considero indigno de una publicación como *El Correo de la Unesco* el número con historietas ilustradas, que son feas y tonas. Confío en que no insistan en ese género, que sólo puede contribuir a deformar el gusto y las ideas.

Jeanne Taillard
París

LAS PROMESAS DEL OCEANO (viene de la pág. 22)

en forma de torre que después se llena de agua de mar; esto es lo que se ha hecho en la Scripps Institution y en la Universidad de Dalhousie (Halifax, Canadá). Pueden también colocarse en el fondo grandes jarras en forma de campana, aislando unos cuantos metros cuadrados y permitiendo así observar el desarrollo de los organismos a ese nivel.

En la costa del Pacífico, cerca de la isla de Vancouver, los investigadores canadienses han empleado sacos para retener unas 2.000 toneladas de agua y poder realizar así experimentos de contaminación controlada. Añadían al agua pequeñas cantidades de cobre, mercurio y diversos tipos de productos petrolíferos y observaban sus efectos en la vida marina.

La oceanografía necesita de la imaginación. Para observar el mar hay que buscar constantemente nuevos medios. Por lo demás, « observar » es sólo una manera de hablar. En efecto, el agua de mar es casi impenetrable a la luz; el mismo láser sólo penetra en ella unos centenares de metros.

No ocurre, en cambio, lo mismo

con el sonido. La observación acústica de los fenómenos oceánicos es posible, declaró a la Asamblea de Edimburgo el académico soviético L. M. Brejovskij. El sonido nos ofrece un instrumento de amplias y variadas posibilidades. Una onda sonora cuya frecuencia sea de 100.000 hercios (100.000 ciclos por segundo) apenas recorre 200 metros en el agua de mar. Pero un sonido con una frecuencia de 100 hercios puede ser detectado a 100 km. Esta propiedad se ha utilizado para seguir mediante boyas las corrientes oceánicas profundas.

El Dr. Isaacs, de la Scripps Institution, lanzó en la Asamblea de Edimburgo un nuevo tema: el de la energía de la salinidad. Como es sabido, el desalamiento del agua de mar requiere una gran cantidad de energía. De ello se infiere que el proceso inverso — la salinización — debe producir energía. Ocurre tal cosa cuando un río se mezcla con el océano. « ¿Quién habría creído — declaró Isaacs a sus oyentes — que el río Tweed produce tanta energía al desembocar lentamente en el mar como si se precipitara por una

catarata de 200 metros? ».

Acerca de las investigaciones en curso sobre la energía de la salinidad hizo una exposición el Dr. Sidney Loeb, de la Universidad Ben Gurion, de Israel. Si se coloca una membrana semipermeable entre el agua dulce y el agua salada, la primera pasa por ósmosis a la segunda. La energía obtenida consiste en la presión osmótica: lo que el Dr. Loeb llama « catarata osmótica ». Esa presión alcanza 15 atmósferas. Tal cifra no es de desdén, pero prodría obtenerse diez veces más combinando agua de mar con salmuera, por ejemplo, las aguas del mar Muerto. El obstáculo radica en la membrana, cuyo precio hace que la energía osmótica sea cuatro veces más cara que la electricidad en los Estados Unidos.

Resumiendo esta cuestión que se presentaba por primera vez en una reunión oceanográfica internacional, el Dr. Isaacs afirmó: « Ello permite hacerse una idea de la gran cantidad de sorpresas que el océano reservará siempre a quienes lo estudian ».

Dan Behrman

LATITUDES Y LONGITUDES

Decimonovena reunión de la Conferencia General de la Unesco

POR primera vez desde hace veinte años la Conferencia General de la Unesco se ha reunido fuera de París, sede de la Organización. En efecto, la 19a. reunión de la Conferencia General se celebró del 26 de octubre al 30 de noviembre en Nairobi, Kenia.

Conducida desde el principio hasta el fin con una voluntad de colaboración y conciliación y animada por lo que se ha denominado el « espíritu de Nairobi », la Conferencia dio lugar a una serie de decisiones importantes sobre las tareas futuras de la Organización.

Al aprobar el programa propuesto por el Director General, adoptar la declaración sobre el papel de la Unesco en el campo de las ciencias y de la tecnología y cobrar conciencia de la aceleración del fenómeno de la comunicación, la Conferencia General indicó las prioridades para los años venideros.

Por vez primera se discutió ampliamente y se adoptó seguidamente un plan de seis años a través del cual se da una orientación a plazo medio, que facilitará la eficacia del trabajo de la Organización en las esferas de su competencia: educación, ciencias exactas y ciencias sociales, cultura y comunicación.

Se definió la contribución de la Unesco al establecimiento de un nuevo orden económico internacional, con todos sus componentes sociales y culturales, así como su papel en el Segundo Decenio para el Desarrollo.

Gracias, a un grupo de redacción y negociación se obtuvo un consenso en cierto número de problemas que se prestaban a controversia. Se logró la unanimidad, por ejemplo, en torno a la necesidad de ver la manera de equilibrar los intercambios de información y a la prioridad que debe darse a los países menos favorecidos. Se decidió inscribir en el orden del día de la vigésima reunión de la Conferencia General en 1978 el proyecto de declaración relativa a los principios fundamentales que deben regir el empleo de los grandes medios de información a fin de robustecer la paz y la comprensión internacional y la lucha contra la propaganda belicista, el racismo y el apartheid.

En el plano práctico, todos los Estados que no formaban aún parte de una región determinada fueron incluidos en las actividades regionales. Israel, cuya entrada en la región europea aceptó la mayoría de los Estados interesados, fue censurado, conforme a la resolución de la precedente Conferencia General, por las excavaciones arqueológicas que lleva a cabo en Jerusalén y por su retraso en responder a la petición de enviar una misión a los territorios ocupados. En el conjunto de estos debates resultó evidente la voluntad de conciliación.

El nuevo presupuesto para el bienio 1977-1978, de 224.413.000 dólares, fue aprobado sin ningún voto en contra y con sólo doce abstenciones, mientras se duplicaba el fondo de operaciones de la Organización, pasando de 8 millones a 16.800.000 dólares.

En el marco de la reestructuración de la Secretaría, la Conferencia General aprobó la creación de un nuevo sector

de Ciencias Sociales, destinado a responder a la necesidad de aplicar los conocimientos al desarrollo. Serán de la competencia de este nuevo sector actividades tales como las políticas nacionales relativas a la población y la juventud, así como la promoción de los derechos humanos y el estudio de las causas de su violación.

La Conferencia General aprobó también las decisiones de la primera reunión de más de cien ministros de educación física y deporte creando un comité intergubernamental encargado de preparar los estatutos de una comisión permanente. Los Estados Unidos invitaron a la Unesco a que celebre en su país una conferencia sobre el deporte y la educación física.

La educación permanente, la educación de masas, la eliminación de cualquier oposición entre la educación escolar y extraescolar y la necesidad de promover la educación de adultos obtuvieron la adhesión de los Estados Miembros de la Unesco.

La descentralización de los esfuerzos en favor de la educación interesó profundamente a los participantes, que insistieron en la prioridad que debe acordarse a la planificación y a la formación de maestros, a la producción de equipos baratos y al empleo de las lenguas nacionales. Por otra parte, se hizo hincapié en la educación como instrumento tendiente a proteger la identidad cultural.

La Conferencia General se declaró solidaria de la acción del gobierno griego que ha lanzado una campaña mundial para la preservación de la Acrópolis. Asimismo, autorizó al Director General a emprender cinco nuevas campañas internacionales: reanimación de la Medina de Fez (Marruecos); preservación de Herat (Afganistán); revalorización de Sujothai (antigua capital de Tailandia) y del patrimonio cultural de Etiopía, de Kenia, de Tanzania y de Uganda, así como restauración del patrimonio arquitectónico de Guatemala dañado por los sismos de 1976.

Se proseguirá el vasto programa de estudios regionales de las culturas iniciado en el curso de los años anteriores, dedicándose sobre todo a las culturas asiáticas tradicionales y contemporáneas, la cultura árabe, las culturas africanas, las culturas contemporáneas de América Latina, las culturas europeas y los estudios transculturales.

Por otra parte, la Unesco seguirá aplicando un amplio programa de fomento del libro y de la lectura orientado hacia la producción y distribución de obras, en especial en los países en desarrollo.

En el plano administrativo, la Conferencia se pronunció en favor del empleo de un mayor número de mujeres en la Secretaría.

Cabe señalar, por otra parte, que la perfecta coordinación entre los trabajos de la Conferencia de Nairobi y la Secretaría de la Organización en París fue considerablemente facilitada por el sistema experimental franco-alemán de telecomunicaciones « Sinfonía », que utiliza dos satélites geostacionarios.

Entrega de dos premios internacionales de ciencia

El Director General de la Unesco, señor Amadou Mahtar M. Bow, hizo entrega de dos premios internacionales de ciencia en una ceremonia que se celebró el 9 de diciembre último en la Casa de la Organización, en París. El Premio de Ciencia de la Unesco, que recompensa una labor de particular importancia para los países en vías de desarrollo, fue atribuido al destacado ingeniero francés Alfred Champagnat por sus investigaciones sobre la biosíntesis de proteínas de los productos del petróleo. El Premio Kalinga para la divulgación de la ciencia fue otorgado conjuntamente a dos científicos latinoamericanos: el biólogo brasileño José Reis y el físico mexicano Luis Estrada Martínez, por sus numerosos escritos de divulgación de la ciencia y por la creación de clubes científicos de jóvenes, abiertos al público en general.

Exposición ambulante sobre Borobudur

El Ministerio de Cultura de Bélgica, juntamente con el gobierno de Indonesia, han organizado una importante exposición sobre Borobudur, el gran santuario budista del siglo VIII, y el arte de Java central. Completará la exposición una colección de fotografías y de diagramas explicativos de la minuciosa reconstrucción del santuario que la Unesco está llevando a cabo en el marco de su Campaña Internacional para salvar Borobudur. La exposición, que se inaugurará en Bruselas en enero de 1977, recorrerá posteriormente diversas ciudades de Europa.

Nuevo presidente del Consejo Ejecutivo de la Unesco

El Sr. Leonard C. J. Martin, del Reino Unido, fue elegido presidente del Consejo Ejecutivo de la Unesco en la reunión que celebró este organismo el 1º de diciembre pasado en Nairobi, Kenia. El Sr. Martin ha sido secretario de la Comisión Nacional del Reino Unido para la Unesco (1962 a 1965) y Delegado Permanente de su país ante la Organización (1965 a 1968). El Consejo Ejecutivo, cuya tarea consiste en vigilar la ejecución del programa de la Unesco, es el organismo máximo de la Organización entre las reuniones de la Conferencia General.

De lo vivo a lo pintado

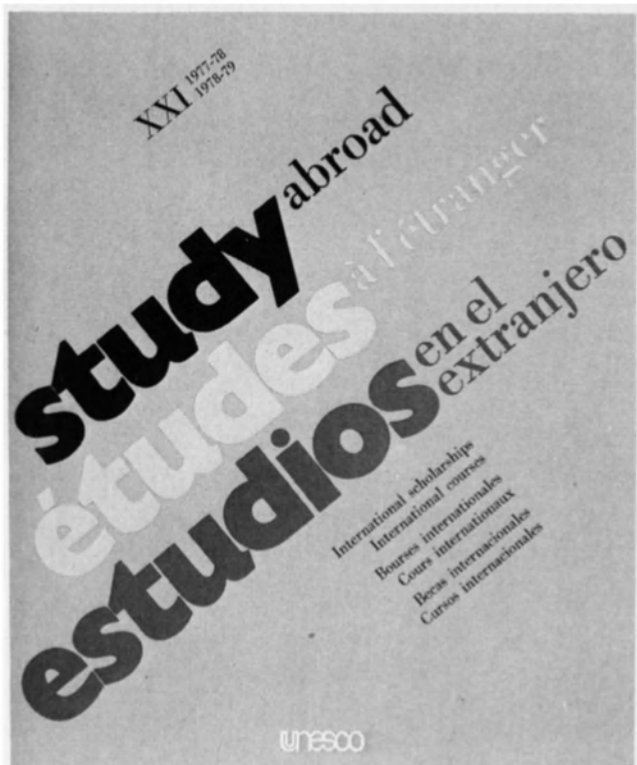
En nuestro número de mayo de 1976, dedicado a los terremotos, se reprodujo en la pág. 25 una pintura del siglo XVI, acompañada de un texto en el que se decía: « ... en ella se observan los rasgos típicos de un violento terremoto: dislocación de los edificios, halo en torno al sol y a la luna, titilación de las estrellas... » Se trata, como es obvio, de una descripción de la pintura tal como la concibió el artista y no de una enumeración científica de los fenómenos que acompañan a los seísmos.

Acaba de aparecer

**Una nueva edición
de esta guía internacional de estudios en el
extranjero publicada por la Unesco
(años académicos de 1977-1978 y 1978-1979)**

- Enumera unas 200.000 ofertas de becas, puestos de asistentes y subvenciones de viajes en más de 100 países en relación con las más diversas materias.
- Señala más de 500 cursos internacionales en 62 países patrocinados por 500 organizaciones nacionales y 30 internacionales.
- Contiene información práctica acerca de las condiciones requeridas, detalles de la ayuda, manera de solicitarla, coste de la vida, publicaciones, etc.

560 páginas – Trilingüe : inglés, francés, español – 28 francos



Para renovar su suscripción y pedir otras publicaciones de la Unesco

Pueden pedirse las publicaciones de la Unesco en las librerías o directamente al agente general de la Organización. Los nombres de los agentes que no figuren en esta lista se comunicarán al que los pida por escrito. Los pagos pueden efectuarse en la moneda de cada país.



ANTILLAS HOLANDESES. C.G.T. Van Dorp & C^o. (Ned. Ant.) N.V. Willemstad, Curaçao. — **ARGENTINA.** EDILYR, Belgrano 2786-88, Buenos Aires. — **REP. FED. DE ALEMANIA.** Todas las publicaciones: Verlag Dokumentation, Pörsbacher Strasse 2, 8000 München 71 (Prinz Ludwigshöhe). Para «UNESCO KURIER» (edición alemana) únicamente: Colmantstrasse 22, 5300 Bonn. — **BOLIVIA.** Los Amigos del Libro, casilla postal 4415, La Paz; Perú 3712 (Esq. España), casilla postal 450, Cochabamba. — **BRASIL.** Fundação Getúlio Vargas, Serviço de Publicações, caixa postal 21120, Praia de Botafogo 188, Rio de Janeiro, G.B. — **COLOMBIA.** Librería Buchholz Galería, avenida Jiménez de Quesada 8-40, apartado aéreo 53-750, Bogotá; J. Germán Rodríguez N., calle 17, Nos. 6-59, apartado nacional 83, Girardot, Cundinamarca; Editorial Losada calle 18 A Nos. 7-37, apartado

aéreo 5829, apartado nacional 931, Bogotá; y sucursales: Edificio La Ceiba, Oficina 804, Medellín; calle 37 Nos. 14-73, oficina 305, Bucaramanga; Edificio Zaccour, oficina 736, Cali. — **COSTA RICA.** Librería Trejos S.A., apartado 1313, San José. — **ÇUBA.** Instituto Cubano del Libro, Centro de Importación, Obispo 461, La Habana. — **CHILE.** Editorial Universitaria S.A., casilla 10.220, Santiago. — **REPUBLICA DOMINICANA.** Librería Dominicana, calle Mercedes 45-47-49, apartado de correos 844, Santo Domingo. — **ECUADOR.** Casa de la Cultura Ecuatoriana, Núcleo del Guayas, Pedro Moncayo y 9 de Octubre, casilla de correo 3542, Guayaquil. Únicamente «El Correo de la Unesco»: RAID de Publicaciones, casilla 3853, Quito. — **EL SALVADOR.** Librería Cultural Salvadoreña, S.A., Calle Delgado No. 117, San Salvador. — **ESPAÑA.** DEISA - Distribuidora de Ediciones Iberoamericanas, S.A., calle de Oríate 15, Madrid 20; Librería Al-Andalus, Roldana, 1 y 3, Sevilla 4; Mundi-Prensa Libros, S.A. Castelló 37, Madrid 1. Únicamente «El Correo de la Unesco»: Ediciones Liber, apartado 17, Ondárroa (Vizcaya). — **ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.** Unipub, P.O. Box 433, Murray Hill Station, Nueva York N.Y. 10016. Para «El Correo de la Unesco»: Santillana Publishing Company Inc., 575 Lexington Avenue, New York, N.Y. 10022. — **FILIPINAS.** The Modern Book Co., 926 Rizal Avenue, P.O. Box 632, Manila, D-404. — **FRANCIA.** Librairie

de l'Unesco, 7-9, place de Fontenoy, 75700 Paris (C.C.P. Paris 12.598-48). — **GUATEMALA.** Comisión Nacional de la Unesco, 6a. calle 9.27, Zona 1, apartado postal 244, Guatemala. — **HONDURAS.** Librería Navarro, Calle Real, Comayaguela, Tegucigalpa. — **JAMAICA.** Sangster's Book Stores Ltd., P.O. Box 366; 101, Water Lane, Kingston. — **MARRUECOS.** Librairie «Aux Belles Images», 281, avenue Mohammed-V, Rabat. «El Correo de la Unesco» para el personal docente: Comisión Marroquí para la Unesco, 20, Zenkat Mourabidine, Rabat (C.C.P. 324-45). — **MEXICO.** CILA (Centro Interamericano de Libros Académicos), Sullivan 31 bis, México 4, D.F.; SABSA, Servicios a Bibliotecas, S.A., Insurgentes Sur, Nos 1032-401, México 12, D.F. — **MOZAMBIQUE.** Instituto Nacional do Livro e do Disco (INLD), Avenida 24 de Julho, 1921, r/c e 1º andar, Maputo. — **PARAGUAY.** Agencia de Diarios y Revistas, Sra. Nelly A. de García Astillero, Pte. Franco 104, Asunción. — **PERU.** Editorial Losada Peruana, Jirón Contumaza 1050, apartado 472, Lima. — **PORTUGAL.** Dias & Andrade Ltda., Livraria Portugal, rua do Carmo 70, Lisboa. — **REINO UNIDO.** H.M. Stationery Office, P.O. Box 569, Londres S.E. 1. — **URUGUAY.** Editorial Losada Uruguay S.A. Librería Losada, Maldonado 1092, Montevideo. — **VENEZUELA.** Librería del Este, Av. Francisco de Miranda, 52-Edificio Galpán, apartado 60337, Caracas.



SUBMARINO PARA DOS

Este submarino de bolsillo (2 plazas, 4 metros de largo, 3 motores eléctricos, 1.500 kilos de peso, 5 horas de autonomía) es un verdadero *jeep* que los ingenieros pueden utilizar para revisar los oleoductos frente a las costas de Luisiana (Estados Unidos). También se emplea para el estudio de la pesca. Así, este sumergible, que puede ser transportado en avión y que se fabrica en serie, ha venido a sumarse a los diversos tipos de vehículos submarinos de que se sirven en muchos países del mundo quienes se dedican a la exploración o al aprovechamiento de los océanos (véanse las fotos de las págs. 16, 24 y 28).