

UNESCO

FEBRERO 1986 - 7 francos franceses (España: 200 pesetas)

# El Correo



**LOS OCEANOS**  
Un nuevo mundo que descubrir

# La hora de los pueblos

42 Benin

Una aldea sobre pilotes

En Genvié, aldea lacustre de la costa de Benin, los habitantes se afanan en sus piraguas entre las casas de techo de paja construidas sobre pilotes. Benin (el antiguo Dahomey), uno de los estados más pequeños de Africa, está formado por una larga franja de territorio (unos 675 km) desde el Níger, que forma en parte su frontera septentrional, hasta el Atlántico, en el que tiene 125 km de costa. A la

estrecha faja costera sucede una meseta boscosa y llena de ciénagas y, más al norte, una región de montañas. La población se calcula aproximadamente en 3,5 millones de habitantes, la mayoría de los cuales viven en el tercio meridional del país, cálido y húmedo. El nombre de Benin era el de un reino que floreció en la región boscosa del Africa occidental entre los siglos XIV y XVII.



**Este número****Febrero 1986**

Año XXXIX

**E**L océano es la central de energía de la Tierra, alimentada por el Sol; es un inmenso acumulador de calor que regula nuestro clima y suministra alimentos, minerales y energía al planeta; es fuente de todas las formas de vida y, al mismo tiempo, ofrece el medio más económico de transporte disponible. Finalmente, y no es su rasgo menos importante, por su belleza siempre cambiante parece destinado a constituir uno de los espectáculos más hermosos de que puede gozar la humanidad.

Hoy día los científicos y los estadistas del mundo entero miran cada vez más al océano, del cual procedemos, como a una reserva que podrá satisfacer las necesidades de una población mundial en constante crecimiento. Mas para que los inmensos recursos potenciales del océano sean debidamente aprovechados en beneficio de la humanidad entera, es preciso un extraordinario esfuerzo de cooperación internacional que comprenda la realización de investigaciones científicas y de evaluaciones económicas y el establecimiento de mecanismos de control adecuados. A tales problemas está dedicado el presente número de *El Correo de la Unesco*.

La Unesco viene desempeñando un papel de capital importancia en esta materia. Durante años su División de Ciencias del Mar se ha esforzado por fortalecer las instituciones de investigación científica y fomentar la capacidad de formación de los países en desarrollo mediante programas tales como el Proyecto Principal Interregional de Investigación y Formación con miras a la Gestión Integrada de los Ecosistemas Costeros (COMAR). La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), fundada hace 25 años bajo la égida de la Unesco, ha venido ocupándose de tareas tales como la planificación, la promoción y la coordinación de la investigación cooperativa internacional en lo que respecta, por ejemplo, a la dinámica y el clima de los océanos y a la elaboración del Mapa Batimétrico General de los Océanos. Con la aprobación en 1982 por la Asamblea General de las Naciones Unidas de la Convención sobre el Derecho del Mar, las responsabilidades de la COI están destinadas a incrementarse de manera considerable.

Resulta sorprendente que en muchos aspectos sepamos más de la Luna que de las inmensas masas de agua que cubren los dos tercios de la superficie de nuestro planeta. Hoy es pues más urgente que nunca la exploración internacional conjunta de lo que acertadamente se ha llamado "la última frontera": un nuevo mundo que descubrir.

**Nuestra portada:** La Tierra, el "planeta azul", fotografiada desde la nave espacial *Apolo 11* en la que el hombre viajó por primera vez a la Luna.

Foto © Colección PPP/IPS, París

**Portada posterior:** Detalle de un mapa en relieve de los suelos oceánicos en el que se advierte la inmensa extensión del Pacífico.

Foto © Hachette, *Guides Bleus*, París. Detalle de *Carte du fond des océans* de Tanguy de Rémur

**Jefe de redacción:** Edouard Glissant



Foto Drachousoff © A.A.A. Photo, París

#### 4 El planeta azul

En el sistema solar, sólo la Tierra posee agua, ríos y océanos

por Howard Brabyn

#### 7 Corrientes que no cesan

#### 8 Una fortuna en el fondo del mar

#### 9 Las mareas

#### 11 Cartografiar los suelos marinos

por Dale Krause y Jacques Richardson

#### 14 Un mapa mundial de las profundidades oceánicas

#### 16 Glosario

#### 18 La oceanografía, una ciencia internacional

#### 23 Los satélites exploran el océano

La tecnología espacial al servicio de la oceanografía

por D. James Baker

#### 26 Veinticinco años de investigaciones

La Comisión Oceanográfica Intergubernamental

#### 28 Un nuevo régimen jurídico para los océanos

por Mário Ruivo

#### 30 Hitos de la Convención sobre el Derecho del Mar

#### 32 Tesoros vivos del océano

por Vitali Voitov

#### 35 La pesca, fuente esencial de alimentos

#### 37 1986: Año Internacional de la Paz / 2

#### 2 La hora de los pueblos

BENIN: Una aldea sobre pilotes

Revista mensual publicada en 32 idiomas por la Unesco, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura  
7, Place Fontenoy, 75700 París.

Español  
Francés  
Inglés  
Ruso  
Alemán  
Arabe  
Japonés

Italiano  
Hindi  
Tamul  
Hebreo  
Persa  
Portugués  
Neerlandés

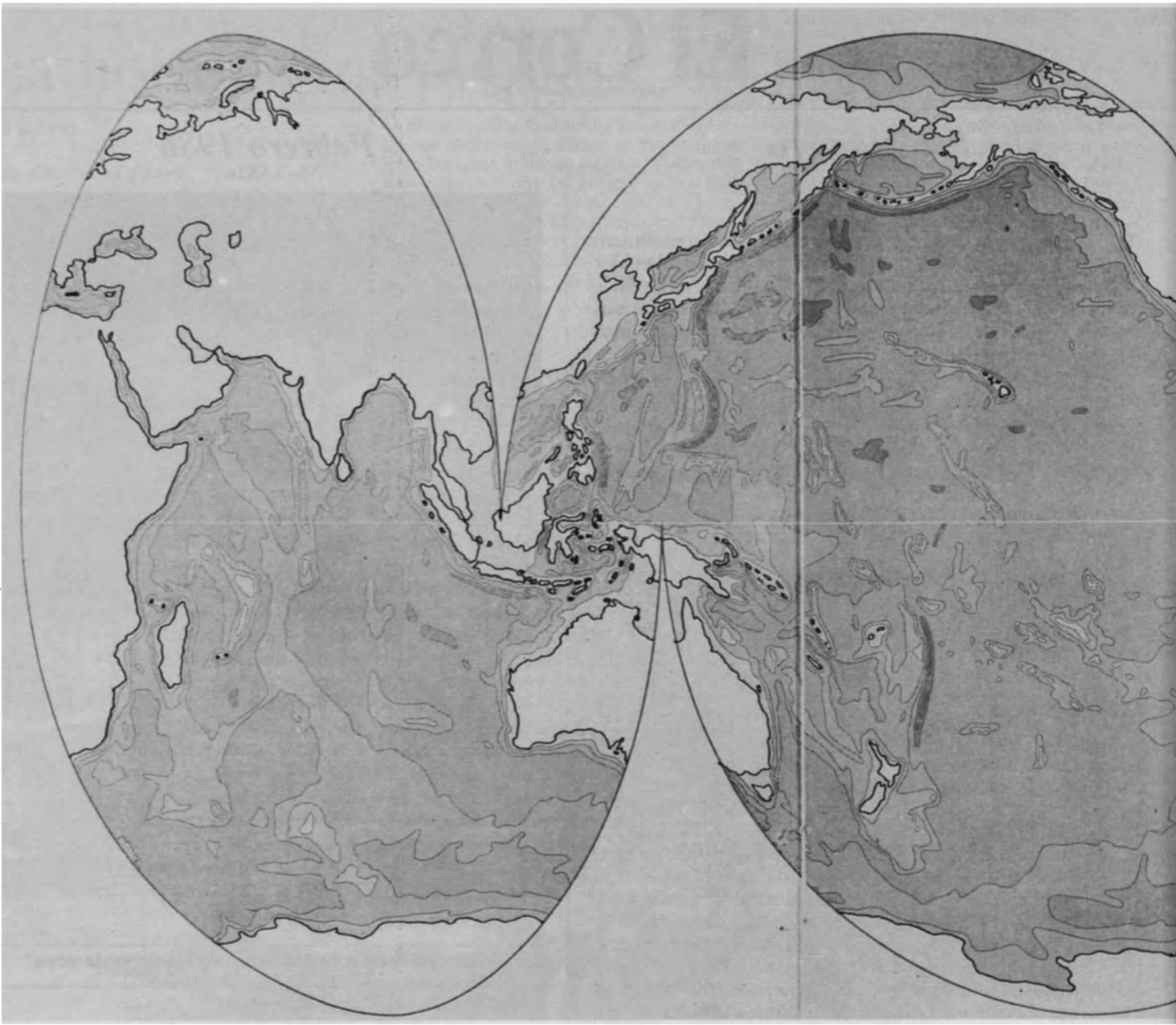
Turco  
Urdu  
Catalán  
Malayo  
Coreano  
Swahili  
Croata-serbio

Esloveno  
Macedonio  
Serbio-croata  
Chino  
Búlgaro  
Griego  
Cingalés

Finés  
Sueco  
Vascuence  
Tai

Se publica también trimestralmente en braille, en español, inglés, francés y coreano.

ISSN 0304-310 X  
Nº 2 - 1986 - DPC - 86 - 3 - 431 S



# *El planeta azul*

*En el sistema solar  
sólo la Tierra posee agua,  
ríos y océanos*

*por Howard Brabyn*



*De la vastedad de la superficie que abarca el océano mundial nos da una idea este mapa del tipo que los cartógrafos llaman homográfico.*

**N**UESTROS antepasados cometieron un mayúsculo, aunque comprensible, error al llamar "Tierra" a nuestro planeta. Creían en efecto que, excepción hecha de unas cuantas superficies acuáticas relativamente pequeñas como el mar Mediterráneo y el mar Negro, la superficie del globo terrestre consistía casi enteramente en rocas y suelos.

Conocían desde luego la existencia de otras aguas pero para ellos formaban parte del río Océano que rodeaba el mundo y del que nacían todos los demás ríos y mares. Todavía en el siglo XVI el gran geógrafo flamenco Gerardo Mercator (1512-1594), padre de la ciencia de la cartografía, pensaba que el planeta se dividía casi a partes iguales entre la tierra y el agua y que en el hemisferio sur existía una vasta superficie de tierra aun no descubierta que venía a compensar las grandes extensiones de Europa, Asia y América del Norte situadas en el hemisferio norte.

A los antiguos les hubiera asombrado saber que el agua cubre el 70,8 por ciento de la superficie del globo y contemplar las

fotografías tomadas desde satélites que confirman las palabras de entusiasmo de los astronautas norteamericanos al contemplar la maravilla de la salida de la Tierra desde la árida superficie de la Luna: "¡Nuestro planeta es azul! ¡Nuestro planeta es bello!"

A decir verdad, la Tierra es un caso único entre los planetas del sistema solar. Sólo ella tiene una temperatura de superficie que permite la existencia del agua en sus tres formas: líquida, sólida y gaseosa; sólo ella, en lo que alcanza a nuestros conocimientos actuales, tiene lluvia, ríos y océanos. Para ser exactos deberíamos decir océano en singular, ya que los que los geógrafos llaman tradicionalmente océano Pacífico, Atlántico, Indico, Ártico y Antártico constituyen en realidad una masa única de agua salada de la que los continentes emergen como islas.

Esa inmensa masa de agua en perpetua agitación fue la fuente de la vida y sigue siendo esencial para que ésta continúe. Al funcionar como una enorme reserva de calor el océano moldea nuestro clima, lo cual viene a suavizar las temperaturas extremas que de otro modo reinarían en

el planeta originando desiertos y extensiones heladas. Es una fuente esencial de alimentos y una fuente potencialmente importante de minerales y de energía. Permite además al hombre desembarazarse eficazmente de un gran volumen de desechos y es el medio en el que se desarrolla la forma más barata de transporte. Sus riberas son el lugar favorito para el solaz de los hombres y los poetas se han inspirado desde siempre en su grandeza y su hermosura.

Nadie sabe con certeza como se formaron los océanos. Hay científicos para quienes el agua provino de espesas nubes que rodeaban a la Tierra; según ellos, al enfriarse ésta, la lluvia empezó a caer de esas nubes en un aguacero continuo que duró cientos de años.

Sin embargo, el recién formado planeta Tierra de hace 4.500 millones de años era muy diferente del que conocemos hoy. Es posible que fuera un planeta mucho mayor con un núcleo de rocas fundidas y una vasta atmósfera de gases cósmicos. Dado que en la atmósfera actual son sobremanera raros los gases volátiles como el neón y el xenón en comparación con las cantidades existentes en los espacios cósmicos, suele pensarse que esa atmósfera primitiva desapareció, tal vez durante un periodo de incremento del calor solar, y que nuestra atmósfera de hoy y nuestras aguas superficiales proceden enteramente de la Tierra misma.

Ahora bien, si el agua, que tiene un peso molecular de 18, es decir menos que el peso atómico del neón, hubiese estado suspendida en la atmósfera, también habría desaparecido. De ahí que muchos hombres de ciencia estimen que el agua debía de estar contenida en cuerpos compuestos, tal vez silicatos hidratados, hasta que se formó la Tierra. El agua debió de quedar entonces liberada en forma líquida al enfriarse las rocas en un momento dado de los primeros mil millones de años de la historia de nuestro planeta.

Aun nos quedan muchas dudas acerca de su origen; pero, en cambio, es mucho lo que hemos aprendido respecto del océano actual. Las estadísticas son en este punto impresionantes. Su volumen es de 1.370 millones de kilómetros cúbicos y su superficie de 361 millones de kilómetros cuadrados. El agua en él contenida representa un poco menos del 98,8 por ciento del total de la hidrosfera, estando constituido el resto por hielo (1,2 por ciento) y por el agua de los ríos y los lagos (0,002 por ciento) y de la atmósfera (0,0008 por ciento).

► La profundidad media del océano se ha calculado en 3.790 metros, cifra mucho mayor que la de la altitud media de la tierra sobre el nivel del mar, que es de 840 metros. El punto de máxima profundidad —unos 11.000 metros— se sitúa en la fosa submarina de las Marianas, entre las islas de Guam y de Yap. Si se colocara el Everest en ese punto, su cima estaría a unos dos kilómetros por debajo de la superficie oceánica.

Disueltos en esa agua hay una gran variedad de sales y de minerales. En realidad, el agua del mar contiene todos los elementos de que se componen los minerales existentes en la corteza terrestre. En una época se pensó que la salinidad del océano actual se debía a las sales resultantes de la erosión de las rocas, transportadas hasta el océano por los ríos. Sin embargo, esto supondría que la salinidad oceánica aumenta constantemente; ahora bien, los cálculos muestran que el océano adquirió probablemente sus características actuales hace 1.500 o 2.000 millones de años y que al menos desde hace 100 millones de años el sistema oceánico se ha mantenido invariable con una composición química fija. Esto supone que la entrada y la salida de elementos en el océano deben de equilibrarse más o menos y que los elementos en disolución aportados al océano por los ríos y por la lluvia deben de precipitarse al fondo marino o volver a la atmósfera por evaporación para caer de nuevo en los continentes.

La atmósfera y el océano se hallan inextricablemente unidos. El viento, combinado con el calor solar y con la rotación de la Tierra, origina las poderosas corrientes oceánicas que ponen en movimiento enormes masas de agua en gigantescos remolinos que se desplazan en el sentido de las agujas del reloj en el hemisferio norte y en sentido contrario en el sur (véase el recuadro de la pág. 7). Esas corrientes arrastran en efecto enormes masas de agua. Se calcula, por ejemplo, que la Corriente del Golfo, un “río oceánico” de unos 80 kilómetros de anchura y 450 metros de profundidad, tiene un caudal de más de 4.000 millones de toneladas de agua por minuto.

El movimiento de las aguas oceánicas profundas se halla gobernado esencialmente por las variaciones de la temperatura y de la salinidad. El agua fría es más pesada que la caliente porque se condensa al enfriarse (aunque, a diferencia de otros líquidos, se expande al solidificarse en hielo) y tiende a hundirse. También la sal hace más pesada el agua y, aunque en alta mar la salinidad se mantiene bastante constante en torno al 3,5 por ciento, el agua cercana al hielo resultará más pesada porque el proceso de congelación libera una cantidad suplementaria de sal. Al hundirse esta agua más salada y más pesada comienza a moverse por el fondo oceánico en la dirección opuesta a la de la corriente de superficie. Es este mecanismo el que se encarga de renovar masas ►

## De qué se compone el agua del mar

Entre los componentes del agua marina figuran, disueltos, sustancias inorgánicas (sales minerales), gases y sustancias orgánicas. En efecto, el agua es el más poderoso disolvente de todos los líquidos y en la del mar pueden encontrarse todos los elementos naturales. Los más comunes son el cloro (55 por ciento) y el sodio (31 por ciento) que se combinan en el océano para formar el cloruro de sodio, o sea la sal común. De todos esos elementos sólo este último, el magnesio y el bromo se extraen actualmente en cantidades importantes. En alta mar la salinidad del agua varía muy poco, situándose en torno a 30 por 1.000.

Es curioso advertir que entre el agua del mar y los líquidos del organismo humano existen dos similitudes: el 70 por ciento de la superficie del globo está cubierta por los océanos y el 70 por ciento del cuerpo humano está formado por agua, y la proporción de los elementos que entran en la composición del agua marina y de los líquidos del organismo del hombre son en gran parte iguales.

### 57 de los elementos que forman la “sal” del agua del mar (según su abundancia)

Cloro	Litio	Uranio	Cadmio
Sodio	Rubidio	Níquel	Tungsteno
Magnesio	Fósforo	Vanadio	Xenón
Azufre	Yodo	Manganeso	Germanio
Calcio	Bario	Titanio	Cromo
Potasio	Indio	Antimonio	Torio
Bromo	Cinc	Cobalto	Escandio
Carbono	Hierro	Cesio	Plomo
Estroncio	Aluminio	Cerio	Mercurio
Boro	Molibdeno	Itrio	Galio
Silicona	Selenio	Plata	Bismuto
Flúor	Estaño	Lantano	Niobio
Argón	Cobre	Criptón	Talio
Nitrógeno	Arsénico	Neón	Helio
			Oro

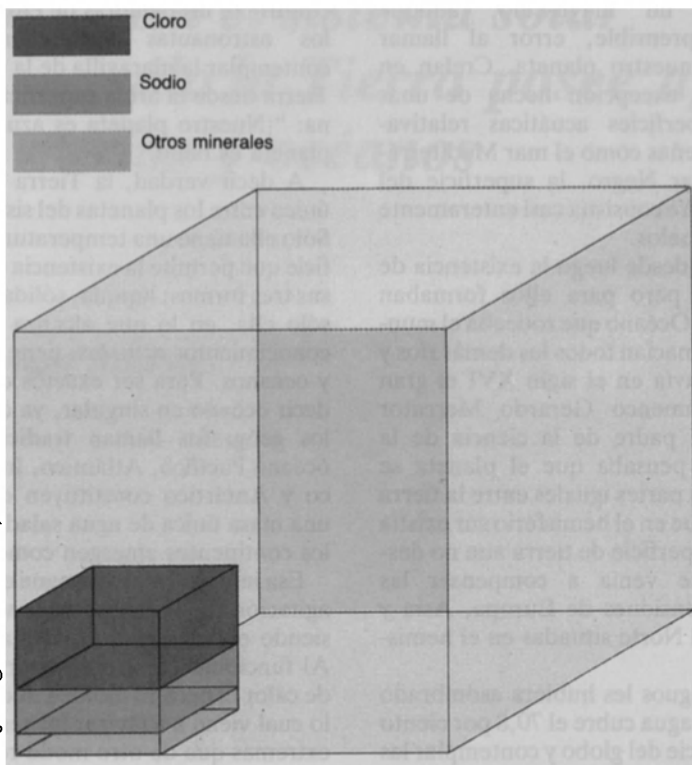


Diagrama © Scientific American, Nueva York

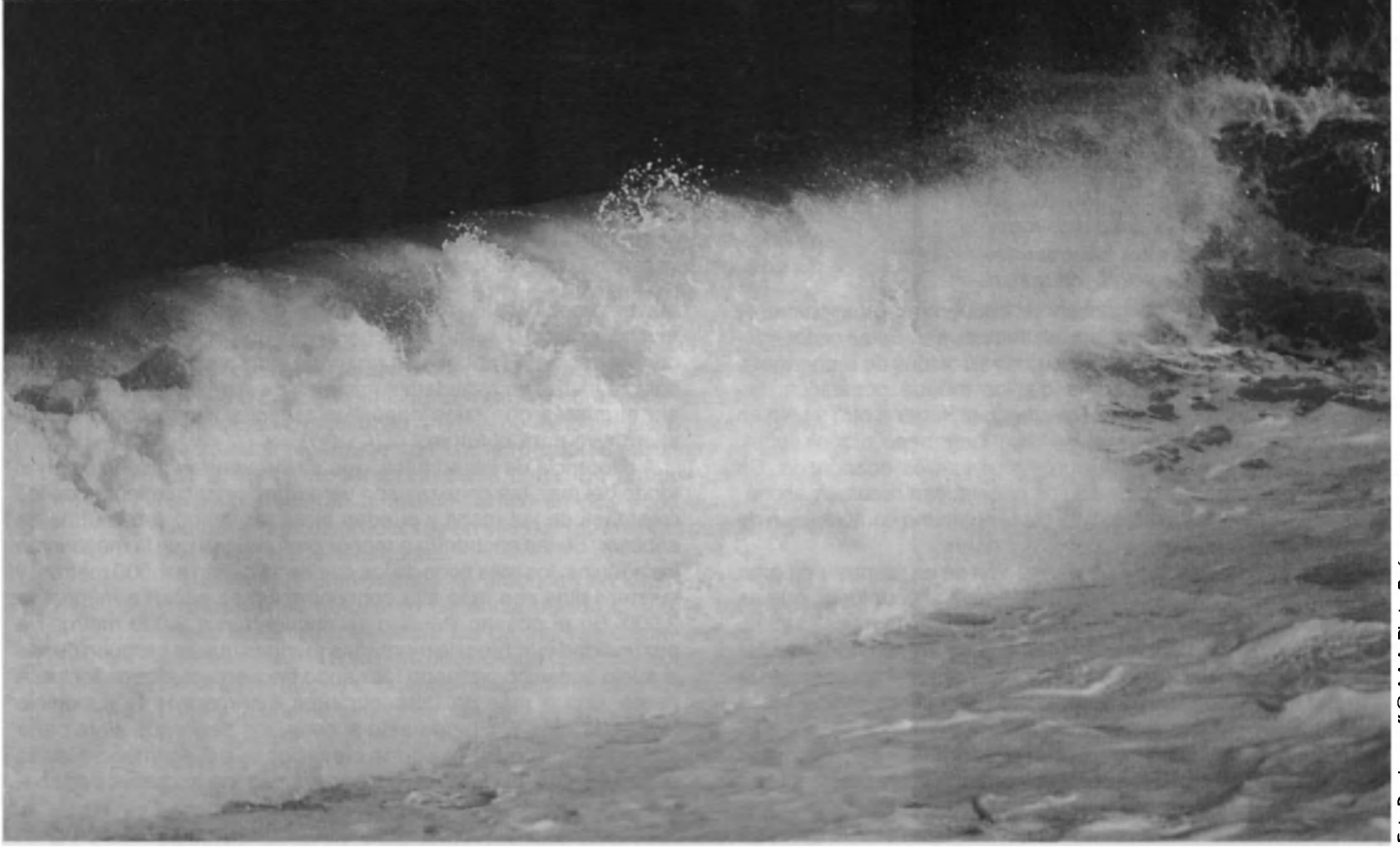


Foto Drachoussoff © A. A. Photo, París

## Corrientes que no cesan

Las aguas de los océanos jamás están quietas. La mayoría de la gente percibe su movimiento únicamente en forma de olas y mareas que pueden observarse desde la costa. Menos visibles para el observador ocasional son las grandes corrientes oceánicas que, en ciclos interminables, fluyen por “cauces” bien definidos en determinadas regiones de los océanos.

Tales corrientes son resultado de la combinación de tres fuerzas principales: el calor del Sol, la rotación de la Tierra y la fuerza de fricción de los vientos.

Al girar en torno al Sol la Tierra rota sobre su eje de tal modo que los rayos solares van a dar directamente en los mares cercanos a la línea equinoccial calentándolos más que a los de los polos. Al calentarse la superficie de las aguas éstas se expanden elevando el nivel del mar en el ecuador de modo casi imperceptible pero suficiente para crear un declive o “ladera”. De ahí que las aguas ecuatoriales tiendan a “resbalar” hacia los polos.

El agua fría es más pesada que la caliente debido a que se contrae; de ahí que la de las regiones polares se “hunda” por debajo del flujo del agua caliente proveniente del ecuador y se extienda por el fondo del mar hacia la línea equinoccial.

La rotación de la Tierra actúa también de otra manera sobre las

aguas de los océanos y, por cierto, sobre cualquier objeto en movimiento, ya se trate de un proyectil balístico, de un obús de artillería o incluso de una pelota—aunque en este caso la trayectoria recorrida es tan corta que el efecto puede ser imperceptible. Se trata del “efecto Coriolis” (así llamado por el nombre del matemático francés Gaspard Gustave de Coriolis que fue el primero en describirlo) en virtud del cual se produce un ligero desvío de los objetos en movimiento hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur.

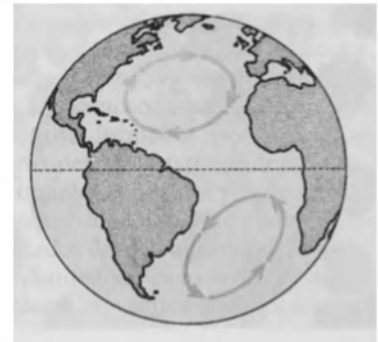
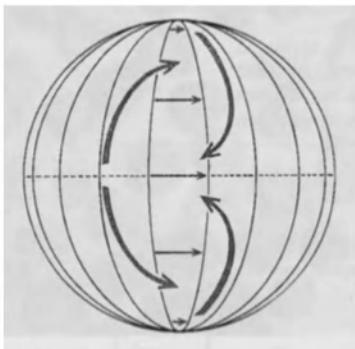
Los vientos ejercen también una influencia importante sobre las corrientes oceánicas. Los alisios, que soplan incesantemente—desde el noreste en el hemisferio norte y desde el sudeste en el hemisferio sur—hacia las regiones ecuatoriales, impulsan hacia el oeste las grandes corrientes existentes al norte y al sur del ecuador terrestre. Pero tales vientos están también sujetos al efecto Coriolis que los hace desviarse hacia el norte y hacia el sur del ecuador y luego girar en círculo en las latitudes mayores, impulsando las aguas de superficie de oeste a este.

Todos estos factores combinados crean y mantienen el movimiento de los gigantescos remolinos de agua que provocan las principales corrientes superficiales de los océanos. □

*Influídos también por la rotación del planeta y por el calor del Sol, los vientos ponen en movimiento las aguas del océano : en los trópicos los vientos alisios empujan las aguas en dirección oeste hacia el ecuador y en las latitudes superiores los vientos de poniente las llevan en dirección opuesta.*

*Tres fuerzas combinadas —el calor del Sol, el efecto Coriolis y los vientos— hacen que las corrientes marinas circulen en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio norte y en sentido contrario en el hemisferio sur.*

*El “efecto Coriolis”, producido por la rotación de la Tierra, desvía los vientos y las corrientes hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur.*



# Una fortuna en el fondo del mar

**L**OS nódulos de manganeso se encuentran principalmente depositados en las profundidades del mar. Estas concreciones en forma de patatas son ricas en óxidos de manganeso y se hallan en la mayor parte de los fondos oceánicos. Su composición varía considerablemente de un lugar a otro y sólo en contadas regiones contienen suficiente manganeso, níquel, cobre, cobalto u otros metales para conferirles interés económico. Se considera que para que los nódulos constituyan recursos económicamente viables es preciso que contengan una combinación de un tres por ciento de níquel, cobalto y cobre.

Nódulos con tal grado de concentración se encuentran en gran abundancia en la parte nororiental del Pacífico ecuatorial, que es donde se han realizado los principales trabajos de investigación. Sin embargo, se han encontrado nódulos de composición similar en ciertos lugares del Pacífico meridional y oriental así como en la parte central del océano Índico, donde científicos indios están llevando a cabo importantes estudios.

Durante mucho tiempo se creyó que los nódulos con alto grado de concentración se encontraban únicamente a gran distancia de las costas pero recientemente se han realizado interesantes descubrimientos en las zonas económicas exclusivas de 200 millas de varias pequeñas islas en vías de desarrollo del Pacífico sur. Tales depósitos pertenecen a las propias islas adyacentes y, si fueran comercialmente rentables, los pueblos que las habitan se beneficiarían de ellos. Semejante posibilidad ha movido a las Naciones Unidas a crear un programa de desarrollo con miras a intensificar la exploración de dichas regiones.

Otros depósitos similares a los nódulos de manganeso a los que se ha prestado recientemente considerable atención en el Pacífico son las llamadas cortezas de manganeso ricas en cobalto. Su composición general es similar a la de los nódulos pero tienen una

mayor proporción de cobalto (hasta un dos por ciento) y una mucho menor de níquel y cobre que los nódulos con mayor concentración. El cobalto es un metal estratégicamente valioso y sólo se extrae en cantidades mínimas de las minas terrestres; de ahí el interés que tales depósitos marinos tienen como fuente alternativa para el futuro.

A diferencia de los nódulos, que se encuentran dispersos en el fondo del mar, las cortezas son verdaderos revestimientos de los crestones de las rocas y pueden alcanzar varios centímetros de espesor. Se las encuentra a menor profundidad que la mayoría de los nódulos, los más ricos de los cuales se hallan a 4.500 metros, y los depósitos con más alta concentración se sitúan a menos de 2.000. En el océano Pacífico se encuentran a 2.000 metros de profundidad cumbres de montañas marinas que se yerguen desde el suelo oceánico profundo formando frecuentemente cadenas. A veces, una o más de tales cumbres emergen de la superficie formando islas y, cuando esto sucede, los depósitos de la parte sumergida de la isla y de las elevaciones adyacentes situadas dentro de las 200 millas de la zona económica exclusiva pertenecen a la isla.

Tal descubrimiento, al igual que el de los nódulos con gran concentración cercanos a ciertas islas del Pacífico, está dando lugar a numerosas investigaciones y exploraciones de las cortezas ricas en cobalto, particularmente en las islas Hawai que son en sí mismas las primeras cumbres de una larga cordillera submarina que se extiende hacia el oeste, hasta la isla de Midway, a lo largo de más de 1.500 kilómetros.

*Tomado de un estudio más extenso de David Cronan, Profesor de geoquímica marina en el Imperial College of Science and Technology de Londres, gracias a la amable autorización de New Scientist.*

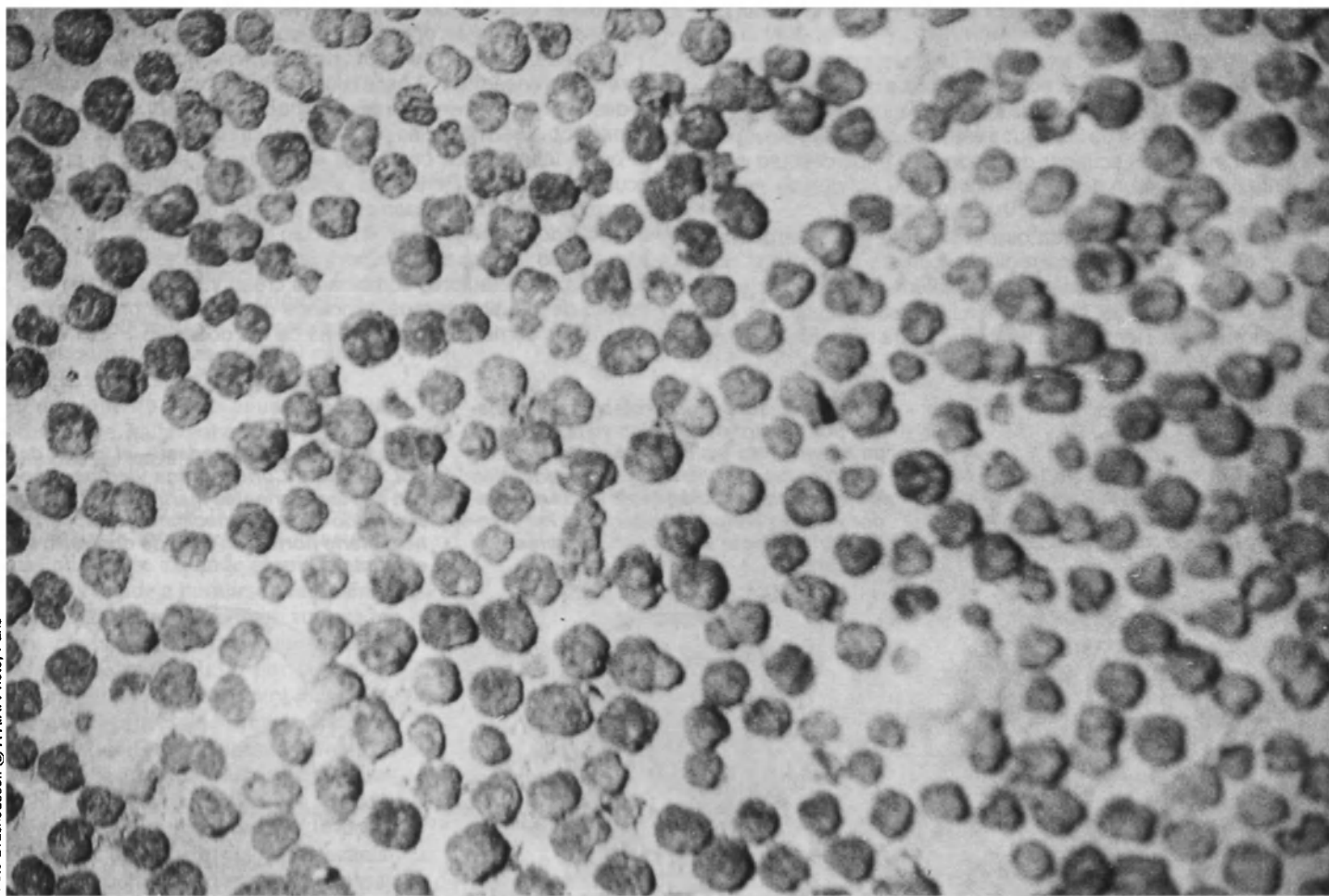


Foto Drachoussoff © A.A.A. Photo, Paris



# Las mareas

Las mareas, ese movimiento periódico de ascenso y descenso de las aguas del mar, son producidas por la atracción gravitatoria de la Luna y, en menor grado, por la del Sol. En la mayor parte de las costas hay dos mareas diarias con un intervalo medio de 12 horas y 25 minutos entre las dos pleamares.

Cuando la Luna se sitúa directamente sobre un punto cualquiera del océano, su atracción hace que el agua forme una suerte de bóveda o cúpula bajo ella. El mismo fenómeno se produce en el lugar de la Tierra diametralmente opuesto a aquél debido a que la fuerza centrífuga generada por la rotación de la Tierra es mayor que la fuerza de atracción de la Luna. De ahí que las mareas crecientes ocurran al mismo tiempo en dos sitios opuestos del planeta en vez de producirse en ellos un movimiento de flujo y otro de reflujo, respectivamente.

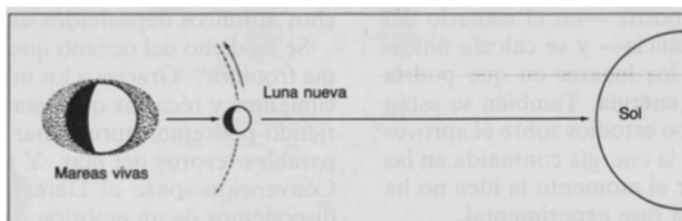
Las mareas menguantes se producen en lugares que se encuentran a 90 grados de distancia debido a que el agua fluye desde esas regiones hacia las de mareas crecientes. En otras palabras, hay un flujo horizontal desde cualquier punto del océano hacia aquel que se encuentra directamente bajo la atracción de la Luna y el diametralmente opuesto a éste.

La atracción gravitatoria del Sol, que equivale a menos de la mitad de la que ejerce la Luna, complica de cierta manera las cosas. En la época de la Luna nueva ésta se sitúa entre la Tierra y el Sol, con lo cual su atracción y la del astro rey se refuerzan recíprocamente. Dos semanas después, en el plenilunio, la Luna se encuentra en el lado de la Tierra opuesto al Sol; la acción gravitatoria de ambos influye sobre las masas oceánicas, esta vez en direcciones opuestas pero a lo largo del mismo eje. Es entonces cuando se producen las mareas más altas, llamadas mareas vivas o equinocciales.

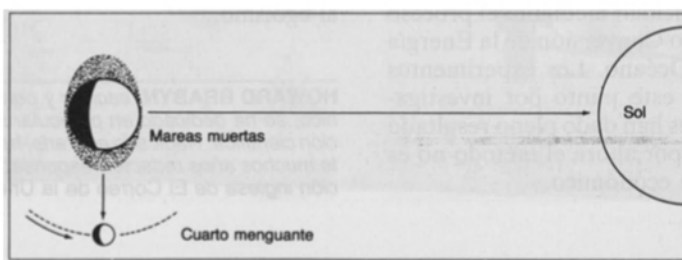
En los cuartos creciente y menguante, cuando el Sol y la Luna forman entre sí un ángulo recto en relación con la Tierra, su atracción gravitatoria respectiva tiende a neutralizarse. Es entonces cuando tienen lugar las mareas muertas que no son ni muy altas ni muy bajas.

La Luna se desplaza en una órbita elíptica en relación con el ecuador celeste, con un movimiento aparente de balanceo, llamado libración, sobre los hemisferios norte y sur. Tal inclinación de la órbita lunar, unida al hecho de que el eje de la Tierra se inclina en relación con su órbita en torno al Sol, origina en algunas regiones las llamadas mareas diarias (que se producen con intervalos de 24 horas y 15 minutos) en lugar de las semidiarias (de intervalos de 12 horas y 25 minutos) antes descritas. Estas últimas predominan en el Atlántico, mientras que aquellas se producen en las costas de Alaska, Filipinas y China. □

**En los periodos de luna nueva y luna llena la Tierra, la Luna y el Sol se hallan en línea y refuerzan mutuamente su atracción sobre los océanos terrestres, originando las mareas vivas, que son las más altas y las más bajas del mes lunar.**



**Durante el cuarto creciente y el menguante de la Luna el Sol y ésta se atraen mutuamente en ángulo recto, produciendo las mareas muertas.**



Diagramas tomados de Exploring the Secrets of the Sea © William C. Crombie

▶ prácticamente cerradas de agua como el Mediterráneo donde la salinidad es alta debido al alto porcentaje de evaporación. Con ello aumenta la densidad del agua superficial, la cual desciende y comienza a moverse hacia el oeste para atravesar el estrecho de Gibraltar y penetrar en el Atlántico. Por encima de esta corriente submarina penetra en el Mediterráneo el agua más ligera del Atlántico para sustituir a aquella.

Las otras grandes fuerzas que actúan sobre el movimiento oceánico son la fuerza de atracción del Sol y de la Luna y la fuerza centrífuga resultante del movimiento orbital de la Tierra en torno al Sol y de la Luna en torno a la Tierra; esas fuerzas engendran el movimiento rítmico de las aguas oceánicas que llamamos mareas (véase el recuadro de la pág. 9). Ellas son también las causantes del movimiento de la tierra firme y de la atmósfera, aunque el ascenso y el hundimiento de los continentes son tan pequeños que resultan imperceptibles.

El océano ejerce un poderoso influjo sobre el clima. En comparación con la tierra, el mar se calienta lentamente en verano y se enfría también lentamente en invierno, con lo cual su temperatura es mucho menos variable; dada su vastedad el océano ejerce un efecto moderador sobre la temperatura de la tierra y del aire y contribuye a suavizar las temperaturas extremas.

Por curioso que parezca, el fondo oceánico es mucho más reciente que el océano mismo (los más antiguos sedimentos hasta ahora descubiertos mediante perforación submarina a gran profundidad son del Jurásico Superior, con una antigüedad aproximada de 150 millones de años) y aumenta constantemente debido a la emergencia de nuevas rocas basálticas, primitivamente en fusión, a partir del manto terrestre. Cuando la roca fundida emergente se solidifica al alcanzar el suelo oceánico, se magnetiza en la dirección del campo magnético dominante de la Tierra. Nuestro conocimiento de la geología y la topografía del suelo oceánico ha dado pasos de gigante en los últimos veinte años, en gran parte gracias a los progresos tecnológicos posibilitados por el perfeccionamiento de la cartografía batimétrica y de la geología submarina (véase el artículo de la pág. 11).

A diferencia de los que contiene el agua marina, los minerales de los fondos oceánicos tienden a depositarse en la parte superior o dentro de las rocas y los sedimentos existentes en éstos. Esos recursos minerales consisten en: depósitos superficiales de metales pesados, diamantes, arena, valvas de ostras y grava y los hoy famosos nódulos de manganeso y fosforita formados por precipitación a partir del agua marina; depósitos subsuperficiales, por ejemplo de carbón y de mineral de hierro, que vienen siendo explotados desde comienzos del siglo XVII mediante túneles excavados desde tierra; y elementos fluidos y solubles como pe-

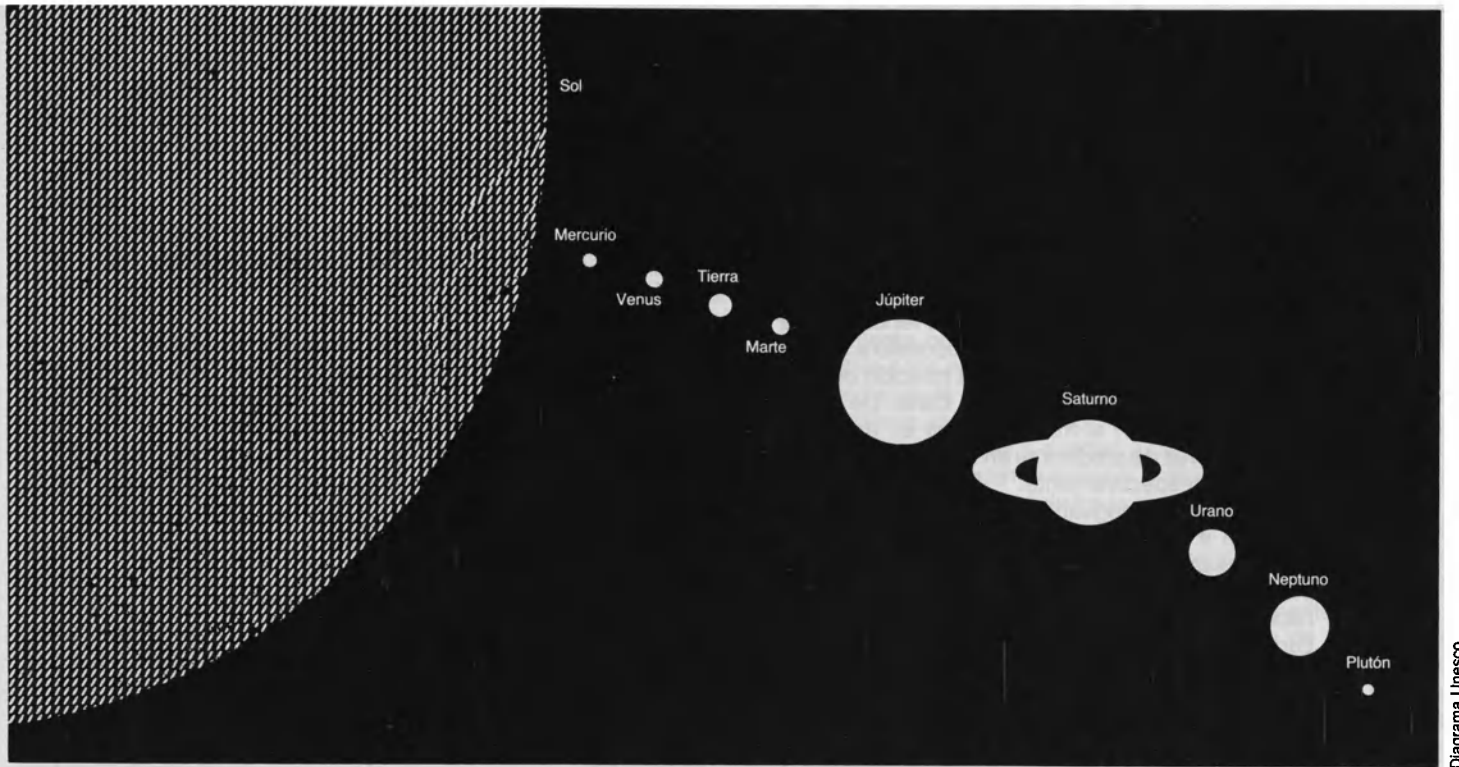


Diagrama Unesco

▶ tróleo, gas, azufre y potasio que se extraen por perforación. Actualmente el petróleo y el gas representan en valor más o menos el 90 por ciento de todos los minerales obtenidos en los océanos. A medida que las técnicas de extracción se perfeccionen la situación cambiará rápidamente, y fue precisamente en gran parte para tratar de garantizar un reparto equitativo de lo que ya hoy aparece como una formidable riqueza mineral por lo que se elaboró la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (véase la pág. 28).

Aunque todos los elementos químicos se hallan presentes en el agua del mar, sólo el magnesio, el bromo y el cloruro de sodio (la sal común) se extraen actualmente de ella en cantidades importantes. El otro recurso que se está extrayendo en volumen cada vez mayor del mar es el agua misma: agua pura. Dada la demanda creciente de ésta y el perfeccionamiento de las técnicas, el agua desalada empieza a resultar competitiva en muchas regiones del mundo.

Además de agua que beber, el océano proporciona alimentos. El volumen total de pesca capturada en el mar en los últimos diez años se calcula en 75 millones de toneladas anuales (véase el recuadro de la pág. 35). Sin embargo, nuestros actuales métodos de pesca son poco eficaces. Algunas especies las pescamos en exceso hasta el punto de que se hallan en peligro de extinción completa y rechazamos otras que no son menos valiosas como fuentes de proteínas. Se ha calculado que con métodos eficaces para pescar todas las especies marinas el océano podría producir anualmente durante largo tiempo 2.000 millones de toneladas de alimentos. En particular, los japoneses están elaborando métodos de "acuacultu-

**Tamaños relativos de los planetas por orden de distancias respecto del Sol (pero no según las distancias entre ellos).**

ra" que resultan sumamente prometedores. El sistema consiste en crear artificialmente alimentos para los peces con el fin de concentrarlos en zonas donde su pesca sea fácil. Por ejemplo, si se consiguiera hacer ascender las capas profundas del agua oceánica, ricas en sustancias nutritivas, tal como hoy ocurre según un proceso de ascenso natural de esas aguas en las grandes pesquerías de anchoas del Perú, la producción potencial del océano podría tal vez multiplicarse por diez.

Las posibilidades del mar como fuente de energía aplicable a la satisfacción de las necesidades humanas tienen aun en gran parte carácter hipotético. Sólo en unos cuantos puntos del globo resulta económico aprovechar la energía encerrada en el movimiento de las mareas. Hasta ahora se ha construido una sola central maremotriz —en el estuario del Rance, en Francia— y se calcula únicamente en 22 los lugares en que podría utilizarse esa energía. También se están llevando a cabo estudios sobre el aprovechamiento de la energía contenida en las olas, pero por el momento la idea no ha pasado de una fase experimental.

Más esperanzador se presenta el proyecto de aprovechar la diferencia de temperatura existente entre la superficie y las capas inferiores del océano para generar electricidad mediante el proceso conocido como Conversión de la Energía Térmica del Océano. Los experimentos realizados en este punto por investigadores franceses han dado pleno resultado técnico, pero por ahora el método no es prácticamente económico.

A medida que el hombre se vuelve hacia el mar, fuente de toda vida, intentando aprovechar aun más intensamente sus recursos, tendrá que avanzar con cautela si no quiere destruirlo completamente. Hubo un tiempo en que podíamos evacuar tranquilamente en el mar las aguas sucias y demás desechos domésticos industriales en la seguridad de que se dispersarían, se diluirían y se degradarían rápidamente. Pero esto ya no es hoy posible debido al rápido crecimiento de la población y a su concentración en las zonas costeras, tanto por razones industriales como de turismo, unidos al gran volumen de materias de que hay que desembarazarse y a la existencia de nuevos desechos no biodegradables. Además, el plomo del humo de los automóviles, los residuos tóxicos de DDT arrastrados por el viento y los abonos químicos y plaguicidas de uso agrícola terminan todos en el mar incrementando la contaminación producida por los escapes petrolíferos, las lluvias radioactivas y los desechos atómicos depositados en él.

Se ha dicho del océano que es "la última frontera". Gracias a los nuevos conocimientos y técnicas que estamos adquiriendo podremos aprovechar los incomparables tesoros del mar. Y gracias a la Convención sobre el Derecho del Mar disponemos de un embrión de marco legal e institucional para que ese aprovechamiento sea en beneficio de toda la humanidad, corrigiendo viejos errores debidos a la ignorancia, a la negligencia y al egoísmo. □

**HOWARD BRABYN**, escritor y periodista británico, se ha dedicado en particular a la divulgación científica. Radicado en París, ha sido durante muchos años redactor responsable de la edición inglesa de El Correo de la Unesco.

# Cartografiar los suelos marinos

por Dale Krause  
y Jacques Richardson

Mapa náutico del océano Atlántico dibujado en pergamino por el portugués Pascoal Rolz en 1633.

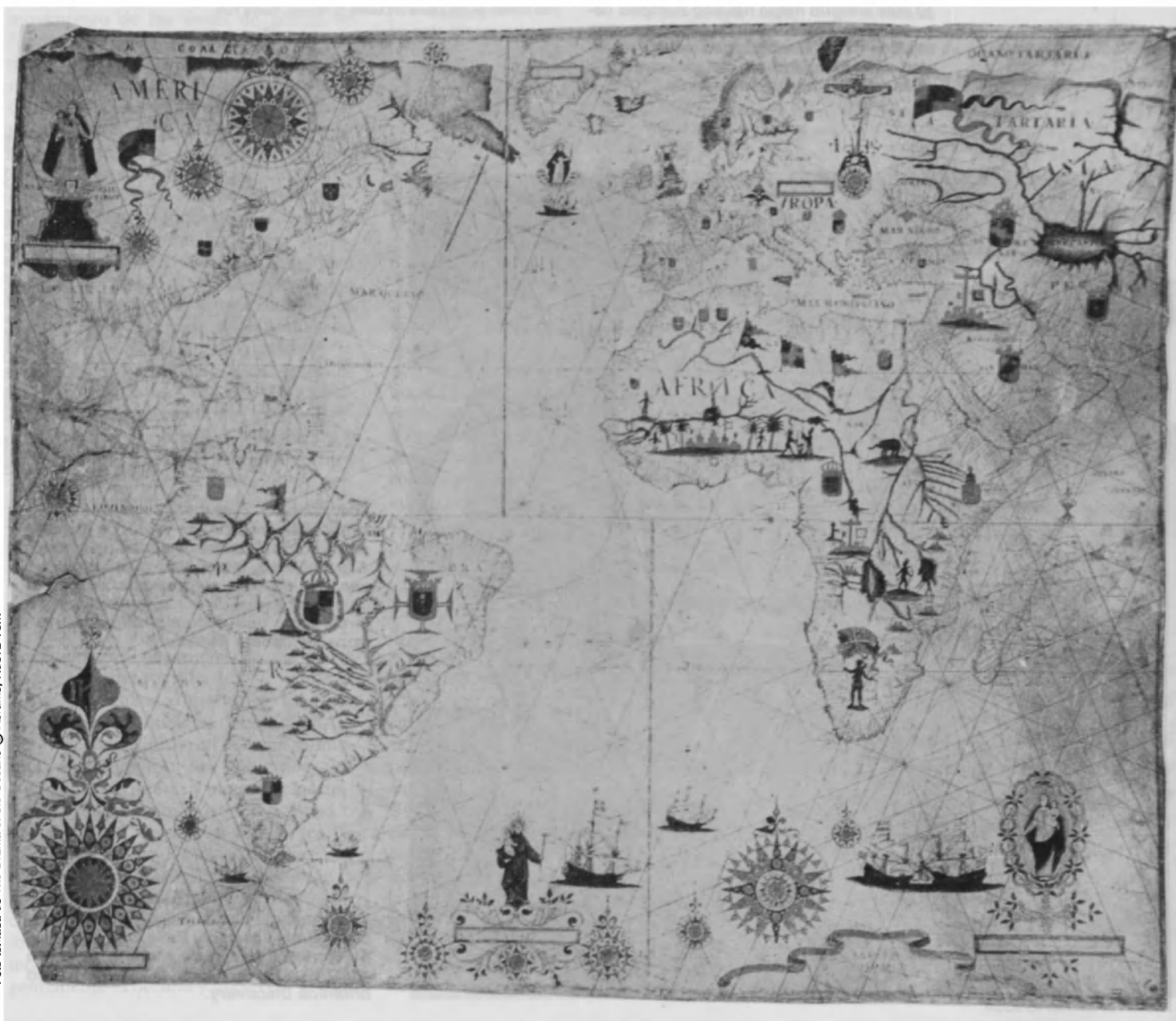
LA historia de Eneas, el héroe legendario de la Grecia y la Roma antiguas, está llena de azarosos viajes a través del Mediterráneo, entre el continente eurasiático y Africa. En sus turbulentas correrías desde Tiro a Cartago y al Lacio el héroe se ve constantemente expuesto a los escondidos peligros que encierran el mar y sus profundidades. Entre otras cosas, pierde a su padre, Anquises, a causa del mal tiempo del que inevitablemente se hace responsable al misterio de los abismos oceánicos. El mar

es pues un entorno enigmático, amenazador e incomprensible.

Y así siguió siendo hasta las grandes exploraciones marinas del siglo XV al XIX. Y no hace mucho que hemos empezado a comprender, medir, evaluar y desmistificar lo que hay en las saladas profundidades del océano mundial.

Hoy sabemos que, aunque nuestro planeta está formado esencialmente por tierra, rocas y arena (bien en forma sólida, bien en fusión), el agua cubre casi el 71 por ciento de su superficie. Una quinta

SIGUE EN LA PAG. 13





**El más antiguo mapa náutico europeo llegado hasta nosotros, la Carta pisana, que representa el Mediterráneo en su totalidad. Está dibujado en piel de cordero y data de 1275, aproximadamente.**

Foto tomada de *The Drama of Oceans* © Abrams, Nueva York

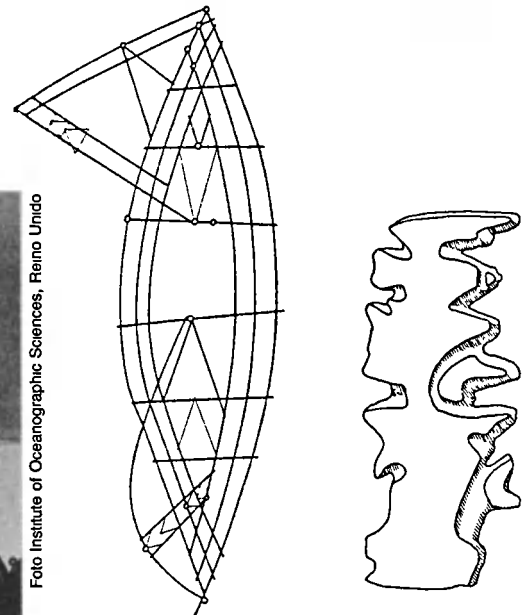
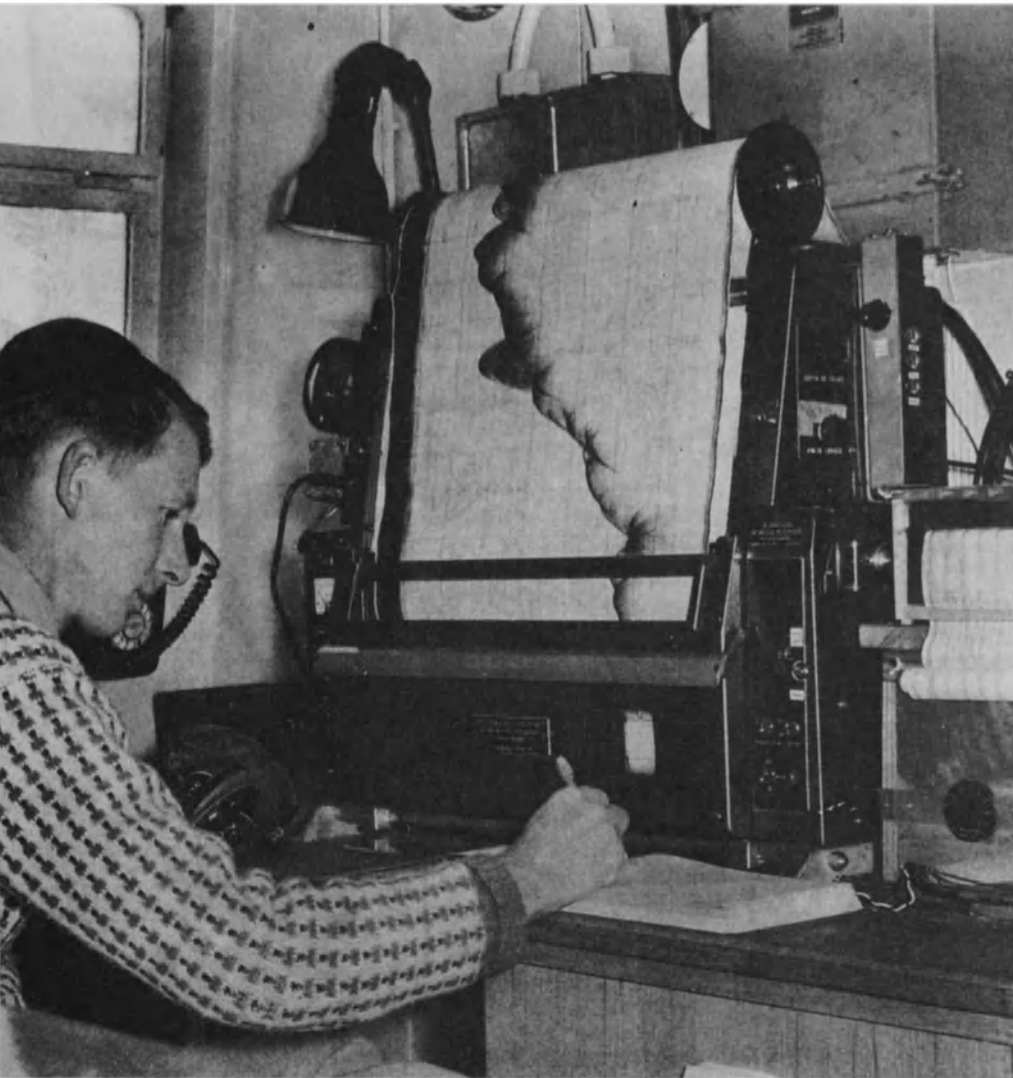


Foto Institute of Oceanographic Sciences, Reino Unido

Dibujos tomados de *Cartes et figures de la Terre* © CCI, Paris

**Los pueblos desprovistos de escritura empleaban ingeniosos métodos para la elaboración de mapas y cartas de marear. A la izquierda, un "mapa" micronesio hecho con tiras de madera que indican la posición relativa de las islas Marshall y, a la derecha, uno esquimal tallado en un trozo de madera flotante.**



**La sonda acústica se utiliza para topografiar el suelo oceánico. En la foto, un científico trabajando con un sistema de sonda acústica a bordo del navío oceanográfico británico *Discovery*.**

► parte de los continentes se halla sumergida bajo la superficie del mar formando la "plataforma continental". A primera vista puede no parecer importante que el agua cubra el 20 por ciento de los continentes, pero eso representa una superficie terrestre igual a la de Africa. Los primeros usuarios del océano (el hombre prehistórico pero también algunos de nuestros menos remotos antepasados) no tenían la menor idea de ello: sólo percibían una lámina acuosa que unía o separaba dos o más masas de tierra, sin preocuparse por lo que hubiera debajo.

Pero eso que existía bajo la superficie oceánica hubo que explorarlo y estudiarlo necesariamente a medida que la pesca, la navegación, el transporte marítimo y el movimiento de las flotas de guerra se fueron volviendo más complejos y de mayor alcance. Las exploraciones de los marinos fenicios, indios, chinos y árabes dieron como resultado los primeros mapas sencillos del océano. El más antiguo de todos, en forma de tableta de arcilla, data de la época babilonia, hace 4.500 años. Por su parte, los micronesios utilizaban varillas y conchas para fabricar mapas del océano Pacífico.

Poco a poco nuestras cartas de marear, auténticos "mapas de rutas" marinas, se fueron haciendo cada vez más complejos y detallados. Los marinos indicaban no sólo las profundidades sino también la situación de los obstáculos como las grandes rocas, los bajos y los arrecifes. Señalaban también las corrientes locales y regionales, las temperaturas estacionales y la salinidad. Trazaban atlas de perfiles costeros, islas, puertos, estuarios y deltas, playas y vegetación costera, además de catalogar los peces y otros habitantes de las aguas saladas. Y cuando en 1953 se celebró en Bélgica la primera reunión de hidrógrafos (o cartógrafos del mar) para tratar de comprender las relaciones entre el océano y la situación meteorológica, el resultado fue el nacimiento de una nueva ciencia: la oceanografía.

Pero sólo cuando durante los dos grandes conflictos mundiales del siglo XX las flotas de guerra iniciaron la lucha submarina emprendieron los gobiernos, las compañías petroleras y mineras y las universidades, llevados por la curiosidad o por el interés, un estudio sistemático de lo que yace bajo las olas del mar. Así empezaron a florecer las disciplinas de la geología marina y de la batimetría (medición de las profundidades oceánicas) que iban a proporcionar los conocimientos indispensables para aprovechar inteligentemente el océano y preservar lo más

### Principales tipos de minerales existentes en los suelos marinos

Tipos de depósito	Materiales o elementos	Ubicación geológica
Materiales de construcción	Gujarros, arena de cuarzo y carbonato, conchas	Costas y plataforma continental
Terrenos de aluvión (arena y grava que contienen metales pesados)	Hierro, oro, platino, estaño, diamantes, elementos de tierras raras, zirconio, titanio y otros	Costas y litorales
Hidrocarburos	Petróleo, gas	Principalmente márgenes continentales y determinadas cuencas
Depósitos de mineral hidrotérmico	Hierro, manganeso, cobre, zinc, plomo, plata y otros	Zonas de fractura, centros de dispersión, determinadas cuencas
Nódulos de manganeso	Manganeso, hierro, cobalto, níquel, titanio, molibdeno y otros	Mares profundos (4.000 metros)
Fosforitas	Fósforo, uranio, elementos de tierras raras y otros	Regiones costeras (continuación local de los recursos naturales) y litorales: plataforma submarina

(Cuadro basado en un artículo de P. Rothe, "Mineral Resources of the Sea", Impacto - Ciencia y sociedad, Nos. 3 y 4, 1983)

posible sus recursos para las generaciones venideras.

Ahora sabemos que el lecho oceánico, que en otro tiempo se pensaba era llano, es cualquier cosa menos una llanura interminable. Los taludes que van descendiendo suavemente desde la plataforma continental presentan en casi todas partes auténticos cañones submarinos, anchas vaguadas excavadas en el lecho marino por corrientes de agua y de fango combinados. Los terremotos submarinos, los volcanes activos y las erupciones de lava modifican constantemente la topografía del lecho marino a lo largo de las cordilleras centrales de las cuencas oceánicas.

Gracias a las investigaciones llevadas a cabo entre los años 30 y los 50 en la cuenca del Pacífico pudo conocerse la existencia de centenares de montañas submarinas, en general viejos volcanes, con altitudes sobre el lecho oceánico de 3.000 metros o más. La mayor parte de estas montañas adoptan una forma cónica truncada, sin cima superior, la cual ha sido erosionada a lo largo del tiempo por la acción de las olas. La parte superior se sitúa entre los 100 y los 1.500 metros de la superficie marina. Durante el periodo cretáceo, es decir hace unos 100 millones de años, esas montañas fueron pobladas

por organismos semejantes a los que producen los arrecifes superficiales —o masas de coral— en el Pacífico, el Caribe y otros mares. Las montañas submarinas se han ido hundiendo a medida que la corteza terrestre bajo ellas se enfriaba.

Las técnicas para medir las profundidades se iniciaron con el sondeo: un cable marcado a trechos con pesas metálicas o de otro tipo que se sumerge y se levanta continuamente para calcular la distancia entre la superficie y el fondo. El método es poco seguro debido a la irregularidad del relieve submarino, al movimiento del barco y a las corrientes subsuperficiales.

El método de sondeo acústico o sonar, que se inventó para atender a las necesidades navales durante las dos guerras mundiales, utiliza un impulso o haz que se envía mecánica o electrónicamente desde un navío hasta el suelo marino, donde es reflejado para ser después captado por el navío emisor. El tiempo total que tarda el impulso en su viaje de ida y vuelta nos da la distancia. Entre las deficiencias que este método presenta cabe señalar los datos erróneos originados por los obstáculos submarinos y las variaciones de la velocidad del sonido a través del agua a causa de las diferencias de salinidad, de temperatura y de profundidad.

# Un mapa mundial de las profundidades oceánicas

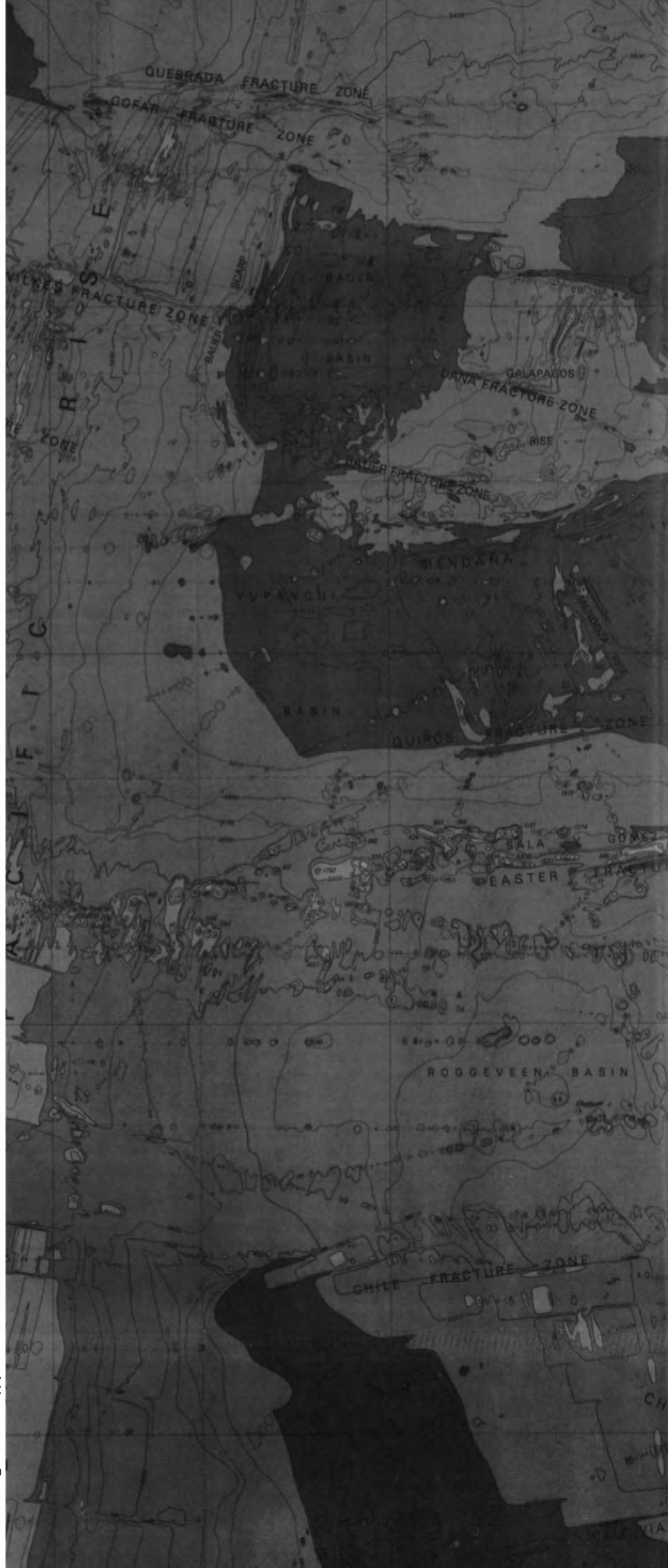
La quinta edición del GEBCO (Mapa Batimétrico General de los Océanos) consta de 19 láminas: 16 de ellas abarcan la superficie terrestre desde 72 grados de latitud norte (el extremo septentrional de Noruega) hasta 72 grados de latitud sur (el mar de Bellingshausen en la Antártida) a escala de 1:10 millones en el ecuador; hay además dos mapas de los polos o proyecciones estereográficas polares, a escala de 1:16 millones a 75 grados de latitud, y un mapa mundial que resume los 18 antes citados y a escala de 1:35 millones. Completa la edición una guía para la consulta de todos ellos.

Las oficinas hidrográficas nacionales de los 18 estados miembros de la Organización Hidrográfica Internacional son las encargadas de obtener y conservar los datos básicos que consisten en 75 láminas de los sondeos marinos efectuados por ellas. La Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Unesco, junto con tres importantes organizaciones científicas no gubernamentales así como con el Institut Géographique National de Francia y el Scott Polar Research Institute de Cambridge, se ocupa de proporcionar los detalles científicos que deben incluirse en los mapas del GEBCO.

Los interesados—profesores, investigadores, especialistas en pesquerías y demás— pueden hacer sus pedidos de la serie de mapas del GEBCO, que se envían en un cofre junto con un volumen descriptivo básico por el precio de 120 dólares norteamericanos, a la dirección siguiente: Hydrographic Chart Distribution Office, Department of Fisheries and Oceans, 1675 Russell Road (Box 8080), Ottawa K16 3H6, Canadá.

*En esta lámina de la quinta edición del Mapa Batimétrico General del Océano (GEBCO), aquí reproducida en blanco y negro, puede verse una parte del suelo marino del Pacífico oriental y de la costa occidental de América del Sur. En esa región el fondo marino se halla a una profundidad de 4.500 metros. La fosa oceánica de Perú-Chile, de 7.000 metros de profundidad, se abre junto al continente. El GEBCO, preparado por científicos de numerosos países, se publicó en Canadá. Los trabajos de elaboración se llevaron a cabo con los auspicios de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Unesco y la Organización Hidrográfica internacional.*

Foto © Minister of Supply and Services, Canadá, 1984





VIENE DE LA PAG. 13

► La compilación sistemática de mapas de profundidad, llamada “Mapa Batimétrico General de los Océanos” (GEBCO), data de principios de este siglo, cuando el príncipe Alberto I de Mónaco se percató de que la mejor manera de lograr una buena gestión de los recursos y del entorno marinos era trazar los mejores mapas posibles de cualquier superficie, submarina lo mismo que terrestre. Editar el GEBCO por primera vez era cosa bastante fácil: en 1903 los conocimientos eran tan escasos que la tarea pudo concluirse en sólo siete meses. Al preparar las tres ediciones siguientes, los oceanógrafos pudieron advertir las grandes irregularidades del lecho oceánico. Por ejemplo, las cordilleras centrales en forma de espinazo del Atlántico y el Pacífico. Pero no comprendieron que los procesos geológicos producían y modificaban esos enormes rasgos del fondo oceánico.

La edición actual (quinta) del GEBCO se ha realizado bajo la égida de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (organismo de la Unesco) y de la Organización Hidrográfica Internacional. La nueva compilación cartográfica ha sido posible gracias a las más recientes investigaciones en materia de geología y de geofísica que han permitido a los científicos de todo el mundo calcular las tendencias en lo que toca a la forma y a los materiales del lecho oceánico. En el último GEBCO se ha integrado el enorme volumen de datos batimétricos recogidos sobre todo desde los años 50. Se encargó de la edición, que tuvo lugar en 1982, el Servicio Hidrográfico Canadiense, tras siete años de exhaustiva compilación.

Como las anteriores, la última edición del GEBCO supone al mismo tiempo un gran avance respecto de su antecesora y una importante contribución al saber científico: en ella se ofrece una síntesis de todas las investigaciones oceanográficas e hidrográficas realizadas en más de un siglo. Para un geólogo examinar el GEBCO es como leer un interesantísimo libro sobre la historia de las cuencas oceánicas y los márgenes continentales y sobre los procesos geológicos que los formaron.

Para trazar el GEBCO los oceanógrafos utilizaron millones de sondeos de pro- ►

► fundidad. La cifra puede parecer enorme, pero no debe olvidarse que la superficie total del océano es de unos 360 millones de kilómetros cuadrados. De ahí que la cantidad de sondeos sea en general insuficiente para dar una imagen exacta de la batimetría del lecho oceánico mediante la simple unión geométrica de los puntos de profundidad. Por ello se recurre a la ciencia de la geomorfología para interpretar los datos dispersos, combinándolos con algunos estudios detallados, con el fin de conseguir perfiles batimétricos fiables a la escala del GEBCO. Los sondeos batimétricos junto a los continentes suelen ser más numerosos.

Los navíos que recogieron los datos esenciales para el GEBCO utilizaron sondas acústicas de un solo haz. En los últimos años ha empezado a utilizarse cada vez más como instrumento científico una nueva sonda que emite conjuntamente quince haces empleando un ordenador para integrar los sondeos y produciendo un mapa detallado del lecho oceánico que abarca una superficie de varios kilómetros de anchura.

De la alta calidad del último GEBCO puede juzgarse por la detallada exploración con sonda multihaz realizada por el navío oceanográfico de la República Federal de Alemania *Polarstern* en el océano Atlántico entre Europa y América del Sur a fines de 1984. En tal ocasión sólo se descubrieron dos divergencias: una montaña submarina no señalada junto al Brasil y una corrección de las mediciones de un cañón submarino cerca de las costas meridionales de Argentina.

Los mapas batimétricos como el GEBCO y sus parientes en mayor escala (como el "Mapa Batimétrico del Mar Mediterráneo") nos ofrecen una imagen general del suelo oceánico válida tanto para usos generales como geológicos. Existen también otros mapas especializados del suelo marino trazados a partir de datos geológicos y geofísicos en los que aparecen los sedimentos y las rocas, los campos magnéticos y gravitatorios, el espesor de los sedimentos, etc.

La información para los especialistas puede sintetizarse en mapas geológicos,

como se ha hecho en las láminas relativas al océano del "Atlas Geológico del Mundo", compilación de 22 láminas realizada por la Unesco y por la Comisión Internacional para el Atlas Geológico del Mundo, con la colaboración de hombres de ciencia de todos los continentes.

Desde comienzos de los años 70 es cada vez mayor el número de países que se interesan vivamente por el océano y sus recursos, interés que se ha visto estimulado por los ocho años de intensas negociaciones con vistas a elaborar una Convención sobre el Derecho del Mar, adoptada en 1982.

Durante esos años la despreocupación y la mala gestión de los recursos marinos dieron lugar al agotamiento de algunas especies de peces y de otras fuentes de alimentos marinos en aguas donde antes abundaban. Por otro lado, la prospección petrolífera ha llegado a zonas muy alejadas de la plataforma continental. Y si hay que acoger con alborozo el descubrimiento de nuevas fuentes de energía, mucho menos grata resulta la contaminación de ello resultante, en especial la provocada por los escapes y evacuaciones de petróleo tan peligrosos para la fauna y la flora marinas. En el fondo del mar existen metales y otros minerales que hoy podemos aprovechar y hay países que se disponen a organizar su extracción, considerada de gran importancia para el futuro.

De este modo, los mapas batimétricos y los geológicos, combinados, se han convertido en instrumentos esenciales para la exploración y la conservación de los recursos naturales del océano. □

**DALE KRAUSE** es desde 1973 director de la División de Ciencias del Mar de la Unesco. Especialista en geología y tectónica marina, ha dirigido varias expediciones oceanográficas en el Pacífico y el Atlántico.

**JACQUES RICHARDSON** ha dirigido de 1972 a 1985 la Sección de la Ciencia en el Mundo Contemporáneo de la División de Investigación y Enseñanza Superior Científicas de la Unesco. Tuvo a su cargo la edición del libro *Managing the Ocean: Resources, Research and Law (Administración de los océanos: recursos, investigaciones y legislación)* que publicaron conjuntamente la Unesco y *Lomond Publications, Inc., Maryland, EUA*, el año pasado.

*Esta muestra de mapa geológico del suelo marino (derecha) está tomada de la lámina 21 del Mapa Geológico del Mundo, de la Unesco, relativa al océano Índico.*

*La línea central de las rayas simétricas indica el eje del valle de dislocación central del océano de donde el suelo oceánico se aparta a un ritmo de uno a dos centímetros aproximadamente al año. La lava fundida brota por esa hendidura y se convierte en nuevo suelo marino al enfriarse. De ese modo la edad del fondo oceánico aumenta a medida que se aleja del valle. Esa edad la indican en el mapa las rayas (de color en el original) y va de cero (allí donde el suelo oceánico está formándose actualmente) a más de cien millones de años (al oeste de Madagascar).*

*Los otros datos que indica el mapa son: la localización de las fallas geológicas (líneas negras gruesas); los tipos de rocas encontrados en las muestras tomadas con barrena del subsuelo oceánico; las curvas de nivel indicadoras del espesor de los sedimentos que se han ido depositando lentamente sobre la lava enfriada; los lugares donde se han producido terremotos (puntos negros, rojos en el original); y la situación de los volcanes en actividad (triángulos). La tierra aparece de color gris oscuro.*

*Los geólogos marinos prepararon este mapa geológico del océano Índico con los auspicios de la Comisión para el Mapa Geológico del Mundo. El Atlas Geológico Mundial consiste en 22 láminas —6 mapas en pequeña escala para los océanos y 16 en gran escala para los continentes. El Atlas representa una contribución científica muy importante al saber humano porque en él se resume la geología del planeta entero. Su realización fue posible gracias al intenso trabajo de los geólogos de todo el mundo, en colaboración con la Unesco. Esta se encarga de publicar el Atlas, que puede obtenerse a través de sus agentes.*

## Glosario

**Batimetría** Medición de las profundidades marinas, incluidos los taludes que descienden de los continentes, y determinación por sondeo de la forma de los suelos oceánicos

**Curva isóbata** Curva de un mapa marino que une los puntos de la misma profundidad

**Cretáceo** Periodo geológico que va de menos 135 millones a menos 65 millones de años

**Geología** Ciencia que tiene por objeto el estudio de la estructura y de la historia de las rocas, los suelos y los minerales

**Geomorfología** Estudio de las formas y de la evolución del relieve terrestre

**Geofísica** Estudio de la acción de las fuerzas físicas (calor, gravedad, magnetismo, radiación, clima, volcanes y seísmos) y de sus efectos sobre la estructura y la evolución del planeta

**Montaña submarina** Montaña de forma cónica del fondo marino

**Sonar** Abreviatura de las palabras inglesas *SOund NAVigation Ranging*, es decir la detección de los objetos sumergidos mediante un aparato que recoge las ondas sonoras e infrasonoras reflejadas (los infrasonidos son inaudibles para el oído humano)

**Tectónica** Parte de la geofísica que estudia la estructura de la corteza terrestre y de sus deformaciones —dislocaciones, pliegues, seísmos y erupciones volcánicas— producidas por los movimientos constantes de las placas que la forman





# La oceanografía, una ciencia internacional

**L**AS ciencias del mar tienen por objeto estudiar el océano mundial, su flora y su fauna y sus límites físicos con la tierra firme y la atmósfera. No se diferencian de cualesquiera otras ciencias en cuanto a la utilización del método científico, que parte de la descripción exacta de los hechos para formular hipótesis y someterlas después a prueba mediante experimentos.

Al igual que en las demás ciencias de la Tierra, en las del mar la verificación de las hipótesis sólo de cuando en cuando puede realizarse mediante el tipo clásico de experimento de laboratorio en que las variables importantes se hallan bajo el control del experimentador. Lo normal es que haya que efectuar un "experimento geofísico" en el que la experiencia la realiza la naturaleza misma, limitándose el científico a observar sus diversas fases en distintos momentos y lugares.

En el medio oceánico los problemas científicos tienden a involucrar a más de una disciplina, de modo que su solución suele exigir la colaboración de científicos con distinta experiencia y formación. Por otro lado, debido a las vastas dimensiones de numerosos procesos oceánicos y a que el lugar en que se producen rara vez coincide con los límites de las aguas jurisdiccionales de un país, la ciencia del océano tiene que apoyarse ampliamente en la cooperación internacional.

La importancia concedida a las investigaciones marinas depende de los países. Las naciones marítimas industrializadas suelen ser las que mayores sumas invierten en todas estas actividades, pero también algunos países en desarrollo dan carácter prioritario a los estudios sobre el océano. En los últimos años ha aumentado considerablemente en muchos países, incluidos los de las zonas tropicales y subtropicales, el número de científicos, de instituciones y de navíos dedicados a tales estudios. No obstante, aun son numerosos los estados donde no se concede a éstos la importancia debida, en parte porque no comprenden su necesidad y su utilidad para el desarrollo económico y cultural.

Hay parecen existir razones de peso para que se incremente la ayuda a las ciencias fundamentales del mar y a su aplicación al aprovechamiento de los recursos oceánicos. La principal es que el constante aumento de la población mundial impone una explotación cada vez más intensa de los recursos del planeta y que esa necesidad creciente de alimentos, minerales y energía no puede satisfacerse plenamente con los productos de la tierra firme. Así, a medida que se agotan las fuentes terrestres y que aumentan los costos de su explotación, habrá que acudir con mayor frecuencia a las oceánicas. Pero el aprovechamiento racional de los mares y sus recursos dependerá en gran medida de los conocimientos científicos, con frecuencia hoy inexistentes.

Las investigaciones oceánicas presentan una amplia gama de actividades, desde las de carácter más fundamental y con un alcance más amplio pero sin posibilidad de aplicación inmediata hasta las que dan resultados inmediatamente aplicables pero son de escaso valor para abordar otros problemas. El calendario de esta aplicabilidad varía mucho y en general es difícil predecir cuando dará resultados prácticos una investigación. No debe olvidarse que la investigación aplicada apela constantemente a los saberes científicos acumulados y es frecuente que no puedan resolverse problemas de interés inmediato sin recurrir a nuevas investigaciones de carácter básico.

Por ejemplo, el incremento del número de hombres de ciencia y de instalaciones y servicios científicos permitirá a la larga atender mejor a muchas regiones antes preteridas a causa de su alejamiento respecto de los centros tradicionales de la actividad científica. Pero sería una lástima que tales esfuerzos se limitasen a las actividades especializadas de medición en materia de pesca o de desarrollo de la explotación del petróleo y de los minerales en la plataforma continental. Mientras no se supriman las lagunas actuales de nuestra información sobre, por ejemplo, la circulación oceánica y los principales ecosistemas, será muy difícil aprovechar racionalmente esos recursos o prever las consecuencias de tal aprovechamiento.

La Convención sobre el Derecho del Mar, aprobada por gran número de países en 1982, atribuye gran parte del océano mundial a las zonas económicas exclusivas en que los estados costeros ejercen su jurisdicción sobre el aprovechamiento de los recursos. Para garantizar el buen uso de esos recursos, vivos o no, se necesitarán unos conocimientos científicos que hoy brillan a menudo por su ausencia. De ese modo viene el nuevo derecho del mar a incrementar la necesidad de que los estados costeros emprendan nuevas investigaciones científicas en las zonas marítimas bajo su jurisdicción.

Esto se aplica a todos esos estados, independientemente de su grado de desarrollo, pero su importancia aumenta considerablemente cuando los habitantes de las regiones costeras dependen directamente de los alimentos de origen marino y cuando las demás fuentes de alimentos y de otros recursos en tierra firme son muy limitadas. De ahí que en todas partes se sienta la necesidad de comprender mejor los procesos oceánicos hasta varios centenares de kilómetros de la costa, lo que es una razón más que abona la importancia de la cooperación internacional en la materia.

Quizá la razón principal para el establecimiento de tal colaboración sea la no coincidencia de las dimensiones y la ubicación de los fenómenos oceánicos con las fronteras nacionales impuestas al sistema oceánico.

En algunas regiones, como el golfo de Guinea y el mar Caribe, la circulación oceánica y las zonas pesqueras entran dentro de los límites de todos los países ribereños, por lo que sólo la cooperación regional puede permitir el estudio eficaz de las mismas.

Por último, debe señalarse que las dimensiones de ciertos fenómenos oceánicos exceden ampliamente de los límites de las aguas jurisdiccionales de los países afectados y no es infrecuente que lo que ocurre en una de esas zonas nacionales dependa de procesos que tienen lugar en regiones remotas del océano. Un ejemplo clásico es la corriente del Niño, fenómeno en virtud del cual la pesca en las zonas costeras de Perú y Chile puede verse afectada por la circulación oceánica en toda la región ecuatorial del Pacífico y por la situación atmosférica en el planeta entero. Todo ello realza la necesidad de una cooperación en escala mundial para poder disponer de la información precisa sobre las causas atmosféricas y oceánicas de los cambios climáticos de carácter local y general. □

*El presente artículo está tomado de Ocean Science for the Year 2000 (Las ciencias del mar ante el año 2000), obra basada en un estudio elaborado por el Comité Científico de Investigaciones Oceánicas y el Consejo Consultivo de Investigaciones sobre los Recursos Marinos para la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Unesco, publicado por la Organización en 1984.*

## Páginas en color

**Página 19: Detalle de un mapa en relieve del suelo oceánico que muestra la cordillera central atlántica, "columna vertebral" del océano.**

Foto © Hachette Guides Bleus, Detalle de Carte du fond des océans de Tanguy de Rémur

**Página 20: Estas muestras de organismos marinos forman un espectáculo de variedad y belleza sorprendentes. Desde arriba a la izquierda siguiendo las manecillas del reloj: 1. Idolo moro (Zanclus cornutus), un pez tropical del Pacífico y del Índico que alcanza los 22 cms de longitud; 2. Nautilus; su concha en espiral contiene una serie de cámaras que va cambiando con el tiempo; 3. Una delicada tracería de color adorna los brazos de un grupo de estrellas de mar; existen unas 2.000 clases de estos organismos marinos, la mayoría de ellos provistos de cinco brazos aunque algunos llegan a tener hasta cincuenta; 4. Paisaje que forman en el fondo del mar los corales y esponjas multicolores.**

Fotos 1 y 3, Myers © A.A.A., París  
Fotos 2 y 4, Syllebranque © A.A.A., París

**Página 21: Vista del arrecife de coral de 400 km de longitud, el segundo del mundo tras el Gran Arrecife de Coral Australiano, que rodea la isla de Nueva Caledonia, en el Pacífico sudoccidental.**

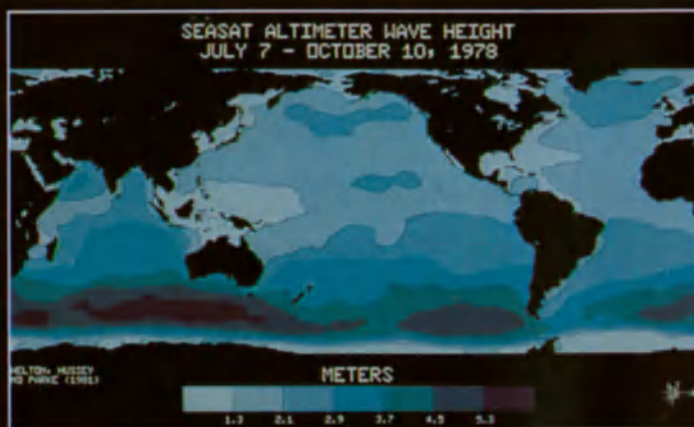
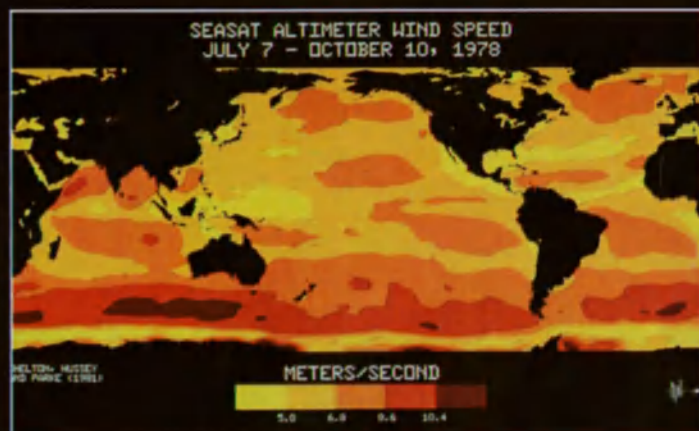
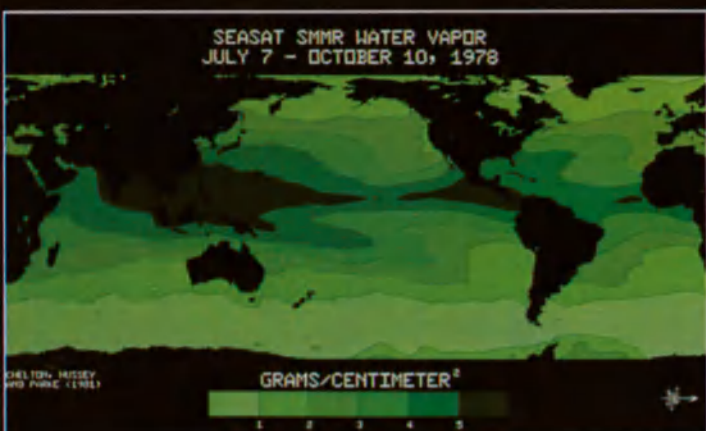
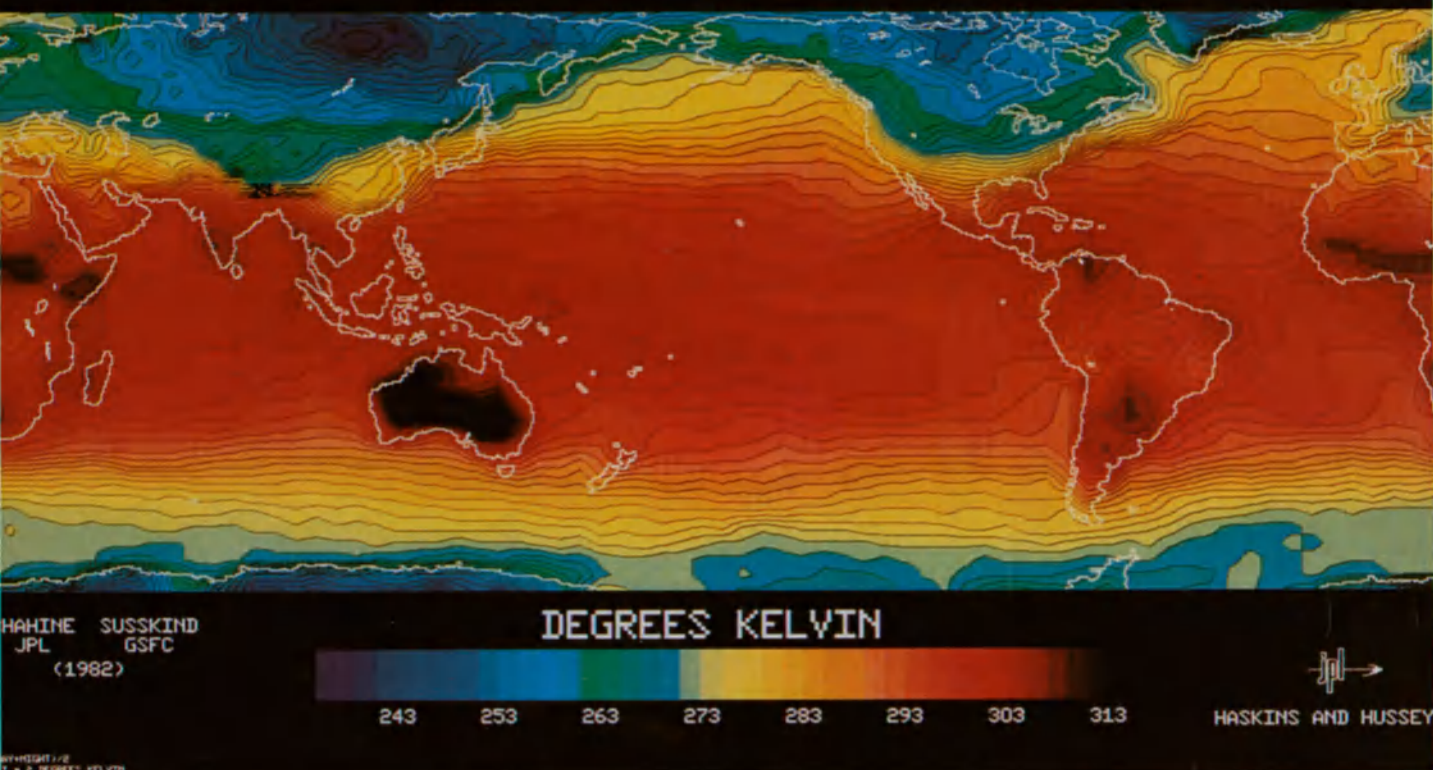
Foto Syllebranque © A.A.A. Photo, París







MEAN SURFACE TEMPERATURE FOR JANUARY 1979  
FROM HIRS 2 AND MSU DATA



# Los satélites exploran el océano

## La tecnología espacial al servicio de la oceanografía

por James Baker

**C**UANDO comencé a trabajar como oceanógrafo a principios de los años 60 se estaban dando pasos rápidos hacia la descripción y la previsión del comportamiento del océano. La primera expedición en la que hube de participar pasó seis meses en el océano Índico ayudando a medir las corrientes y los vientos en las regiones ecuatoriales. Pero las técnicas y los navíos de investigaciones existentes por entonces presentaban graves limitaciones. Nuestro navío era el *Argo*, un antiguo barco de rescate de submarinos cedido por la Marina de Estados Unidos a la Scripps Institution of Oceanography, y el equipo que empleábamos apenas disponía de sistemas electrónicos. Nuestros oficiales utilizaban el método de navegación por las estrellas, la navegación a estima y las mediciones locales. Particularmente grave era la dificultad de obtener una visión global o una fotografía de la situación en un momento

dado de una amplia zona del océano Índico.

Hoy nuestros instrumentos son mucho más perfectos, en gran parte gracias a la revolución de la minielectrónica y de las computadoras, pero aun persisten las limitaciones de las mediciones del océano realizadas desde barcos. En cambio, las efectuadas desde satélites prometen liberarnos de muchas de esas limitaciones. La navegación mediante satélites, técnica consistente en la utilización de estos artefactos espaciales y de receptores y ordenadores a bordo, es hoy corriente en los navíos oceanográficos y en los barcos mercantes y de pasajeros. La determinación exacta de la posición con ese sistema es posible en dos intervalos horarios en la mayor parte de las regiones del mundo y cualesquiera que sean las condiciones meteorológicas. Estamos también empezando a utilizar los satélites para obtener fotografías del comportamiento de los



Foto © Elevé, IPS, París

**El satélite SEASAT que mide el vapor de agua, la velocidad del viento y la altura de las olas, tal como se explica en la página 12 en color. El dibujo muestra al SEASAT en órbita poiar sobre Alaska.**

océanos: su temperatura, la forma de su superficie, sus olas y sus propiedades químicas y biológicas.

El océano es objeto de intenso interés para el científico por varias razones. Hasta ahora la demanda creciente de energía y de alimentos podía satisfacerse gracias a la expansión de las fronteras, a la utilización de abonos químicos y pesticidas y al empleo de las reservas existentes de gas y de petróleo, pero ahora tenemos que hacer frente a las dimensiones finitas del mundo. Hemos llegado a un punto en que

## Página en color

La foto de arriba muestra el primer mapa planetario que se haya elaborado de las temperaturas superficiales de la Tierra (en este caso las correspondientes a enero de 1979). La escala cromática indica las temperaturas expresadas en grados Kelvin. (Una temperatura en grados centígrados es igual a otra en grados Kelvin menos 273,5. Por ejemplo, el color amarillo claro señalado con la cifra 273 en el centro de la escala cromática debajo del mapa corresponde aproximadamente a cero grados centígrados.) Como las regiones polares heladas abarcan sólo una pequeña parte de la superficie del globo comparadas con las regiones ecuatoriales cálidas, es natural que la temperatura media de superficie esté determinada sobre todo por la de los trópicos. En el mapa se señalan varias regiones frías, como Siberia y el norte de Canadá, y el continente australiano cálido durante el verano del hemisferio sur. Se observa claramente el efecto de la Corriente del Golfo en la costa oriental de Estados Unidos (donde las temperaturas son más bajas que en otras latitudes comparables de la parte oriental del

océano Atlántico). Mapas como éste se emplean para establecer los parámetros esenciales de la interacción entre la atmósfera y el mar, necesarios para comprender el clima.

Foto amablemente autorizada por M. Chahine, NASA/Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena

Las tres fotos de abajo ilustran las mediciones del vapor de agua, de la velocidad del viento y de la altura de las olas realizadas por el satélite SEASAT entre el 7 de julio y el 10 de octubre de 1978. El vapor de agua de la atmósfera influye en el balance de la radiación de la superficie terrestre y es, junto con la velocidad del viento, un factor importante para el estudio del clima. Como es natural, el vapor de agua se encuentra en su mayor parte en los trópicos, donde la evaporación es intensa. La velocidad del viento se mide por deducción a partir de la forma de las olas, la cual a su vez se mide con el altímetro. El altímetro moderno es un instrumento a base de radar que envía desde el satélite hacia abajo un impulso; éste es reflejado por la superficie del mar y vuelve a su origen. El tiempo que tarda en ese viaje de ida y vuelta nos indica la distancia a la que se halla del satélite la

superficie marina y, por tanto, la forma de esa superficie bajo la órbita de aquel. De ese modo podemos conocer exactamente la altura y forma de las olas y la topografía general de la superficie. La velocidad del viento y la altura de las olas alcanzan sus cifras máximas en los océanos meridionales, particularmente al sur de Australia. De ahí la importancia de las mediciones mediante satélite, ya que en esas regiones no suele haber barcos que puedan hacerlas directamente. De este modo disponemos por primera vez de mediciones del viento y de las olas en dichas regiones.

El altímetro puede medir más cosas que la simple altura de las olas toda vez que las variaciones de la superficie marina son también originadas por las corrientes oceánicas. Por ejemplo, en la Corriente del Golfo se producen a veces variaciones de altura de un metro aproximadamente en todo su ancho. Esas diferencias pueden medirse con el altímetro del satélite, lo cual permitirá determinar la imagen general de la circulación oceánica al mismo tiempo que la de las olas. Esa es una de las posibilidades más interesantes que ofrece el empleo de los satélites.

Fotos amablemente autorizadas por D. Chelton, NASA/Jet Propulsion Laboratory, Pasadena

► estamos influyendo tanto en el clima regional como en el planetario. Somos un factor que interviene en los ciclos del carbono, del nitrógeno, del fósforo y del azufre porque producimos cantidades importantes de esas sustancias químicas que evacuamos en el aire y en el mar. Es esencial que comprendamos cómo funciona el sistema general océano-atmósfera para que podamos sobrevivir a los cambios planetarios. Tenemos que comprender el ciclo de la energía, de los desechos y de las sustancias químicas esenciales en la atmósfera, la tierra y los océanos.

Los océanos regulan el clima, haciendo que su comportamiento sea más previsible. En opinión de numerosos expertos, las lentas variaciones de las corrientes oceánicas que influyen en la transferencia del calor a la atmósfera podrían ofrecer un mecanismo para predecir los cambios climáticos en ésta. Mas para poder comprender esas variaciones de las corrientes oceánicas tenemos que comprender primero la circulación general del océano, es decir cómo se producen las corrientes y por qué cambian. Otro factor poco conocido del sistema climático es el papel que desempeñan la nieve y el hielo marinos.

Una y otro representan cantidades que pueden medirse y vigilarse mediante los satélites.

Otro factor importante para la "habitabilidad" de nuestro planeta es la distribución y el ciclo de los elementos nutritivos. Estos se relacionan con el ciclo de la productividad biológica a través de la atmósfera, los ríos, las zonas costeras y las capas profundas de los mares. La plataforma continental constituye una zona clave. En ella se captura la mayor parte de la pesca mundial, en ella se situará en el futuro gran parte de la producción petrolífera mundial y en ella se produce la mayor parte de la contaminación humana del mar. Esa plataforma constituye una fuente directa de alimentos para la humanidad, fuente que se halla sometida a una creciente explotación. Es menester que conozcamos exactamente lo que allí ocurre y que comprendamos los mecanismos que controlan el transporte de esas sustancias nutritivas desde las fuentes terrestres hasta las simas oceánicas. Para ello tenemos que comprender las interacciones entre los procesos físicos y biológicos de los océanos. Con tal fin necesitamos disponer de imágenes en gran escala de esas sustancias tomadas desde satélites.

Para la agricultura son de capital importancia los cambios en el volumen y el calendario de las precipitaciones. La revolución verde ha mostrado espectacularmente como la ingeniería genética puede ofrecer a los agricultores el tipo exacto de semillas que necesitan para obtener una productividad máxima siempre que dispongan del agua suficiente. De ahí la importancia vital de las precipitaciones, pero hemos de tener una visión global de éstas. El problema aun no se ha resuelto; en realidad, la distribución de las precipitaciones en todo el planeta sólo marginalmente puede preverse mediante el empleo de los modelos climáticos hoy existentes. El sistema general de precipitaciones es otro parámetro que podemos medir mediante los satélites.

Para el oceanógrafo los barcos son algo esencial. No existe otro medio para obtener muestras de agua, de sustancias químicas o de organismos biológicos del océano. Pero los barcos solos no pueden darnos una visión global de éste. Un típico navío oceanográfico navega a unos diez nudos; a esa velocidad tarda aproximadamente diez días en atravesar el Atlántico norte. Puede pues tardar meses en realizar un estudio completo y cuidadoso de una vasta región, y en ese periodo el estado del mar puede cambiar radicalmente.

Gracias a los navíos de investigaciones y al pequeño número de boyas amarradas en el océano para efectuar mediciones y para otros fines científicos disponemos de una imagen razonablemente exacta de las propiedades del mar (por ejemplo, de su temperatura y de su salinidad) y de las condiciones meteorológicas que reinan junto a su superficie. Esa imagen es importante, pero hemos de reconocer que el océano cambia constantemente. No cambia tan rápidamente como la atmósfera, pero su comportamiento es similar al de ésta. La atmósfera cambia de tiempo en unos cuantos días y su clima varía de un año a otro. El "tiempo" del océano, es decir las corrientes y las temperaturas, cambia en periodos de unas cuantas semanas y no de unos cuantos días. El "clima" del océano cambia también de un año a otro.

Pero ¿cómo obtener una imagen global del mar? Hay que colocar nuestros instrumentos en un punto alejado de la Tierra para que podamos contemplarlo entero

*Arriba, el barco oceanográfico Anton Bruun, que participó en la Expedición Internacional al Océano Índico. Antes de ser adaptado a la Investigación de biología marina y de ser rebautizado con el nombre del famoso oceanógrafo danés, era el yate presidencial norteamericano Williamsburg.*

*Abajo, el Argo, el navío oceanográfico de la Scripps Institution of Oceanography, San Diego, California (EUA).*

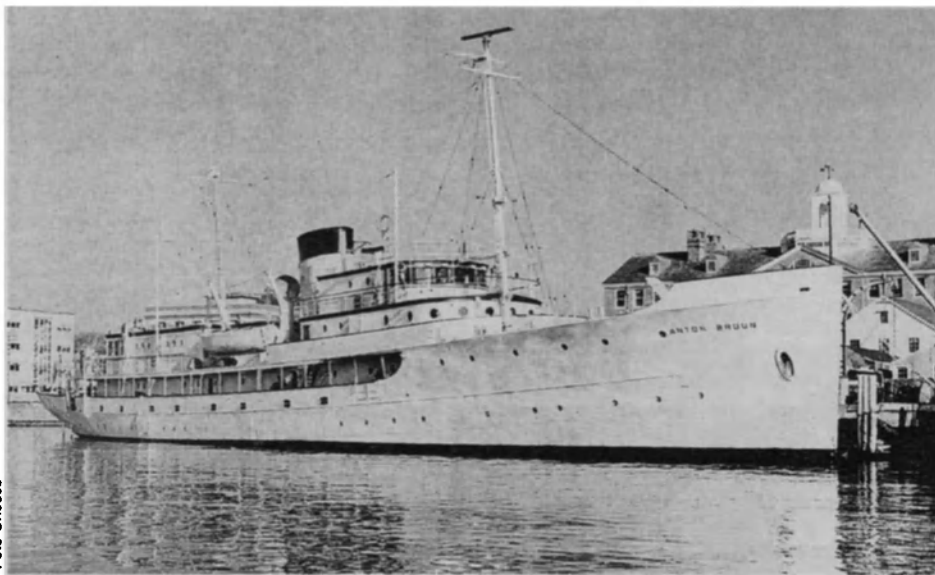
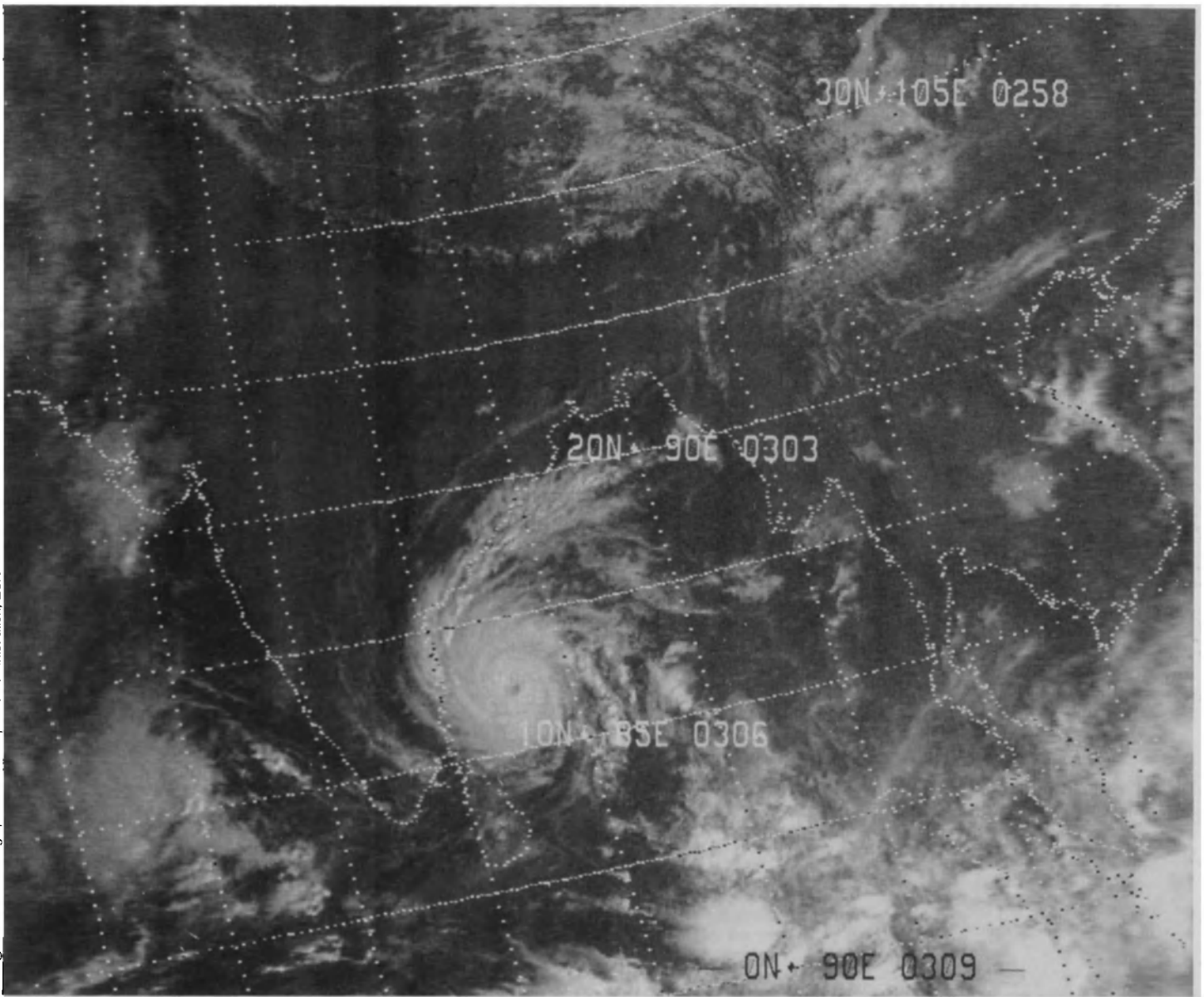


Foto Unesco



Foto © Scripps Institution of Oceanography, San Diego, EUA





**Foto tomada desde un satélite de un ciclón en el océano Índico**

al mismo tiempo. El único medio para ello son los satélites. Estos reciben su energía del sol y se clasifican en activos y pasivos. Los satélites pasivos reciben la radiación procedente de la Tierra e intentan interpretarla; los satélites activos barren el mar con una determinada radiación y observan los impulsos reflejados. Actualmente poseemos satélites que pueden medir la configuración de la superficie del océano, su temperatura superficial, la velocidad del viento junto a la superficie, la extensión de los hielos polares, la clorofila de la superficie y otras propiedades de la atmósfera.

Gracias a esos instrumentos logramos tener una imagen global, bien sea de casi la mitad de la Tierra desde un satélite situado en órbita geoestacionaria, bien mediante una sucesión de trayectorias de "satélites de baja órbita terrestre" que giran más cerca de la Tierra y repiten su órbita cada noventa minutos aproximadamente. Tenemos así a nuestra disposición una nueva y notable sucesión de

imágenes del mar y de la tierra firme que han transformado radicalmente la forma como vemos el océano, permitiéndonos planear nuevos programas de investigaciones. Ahora empieza a alcanzarnos la posibilidad de describir y de comprender algunos de los ciclos más importantes del clima, de los elementos nutritivos y de otros factores ambientales que afectan a la habitabilidad general del planeta.

Desde comienzos de los años 60 se han acopiado ingentes cantidades de datos. Fue entonces cuando empezaron a utilizarse los satélites, pero sólo en los últimos años hemos podido disponer de imágenes tomadas desde satélites utilizables para el auténtico conocimiento científico del océano. Las cuatro fotografías que se reproducen en la pág. 22 muestran el alcance y la importancia de estas nuevas técnicas.

Espoleados por todos estos progresos técnicos, algunos científicos han propuesto elaborar un "Programa de Habitabilidad General" destinado a mejorar nuestro conocimiento del clima y de los ciclos planetarios. Los elementos básicos del mismo serían las mediciones del océano, de la tierra y de la biosfera llevadas a cabo

por numerosos países desde satélites, así como las efectuadas en tierra y desde navíos oceanográficos. Estos, los satélites y los ordenadores ofrecen al científico la tecnología necesaria para llevar a cabo esas investigaciones. Por otro lado, sus instrumentos teóricos se han perfeccionado de tal modo que hoy empieza a ser posible el estudio integrado del sistema planetario. De este modo, trabajando los científicos sobre una base internacional, será factible instaurar una gestión racional de la tierra y de sus recursos. □

**D. JAMES BAKER**, norteamericano, es decano del College of Ocean and Fishery Sciences y profesor de oceanografía de la Universidad de Washington, en Seattle (EUA). Es miembro del Consejo para la Ciencia y la Política de los Océanos y de la Comisión de Investigaciones sobre el Clima de la Academia Nacional de Ciencias así como del Consejo Consultivo sobre Ciencias de la Tierra y del Espacio de la Administración Nacional de la Aeronáutica y el Espacio (NASA) de Estados Unidos. Ha escrito numerosos artículos sobre la circulación general del océano, sobre el papel que éste desempeña en las variaciones climáticas y sobre tecnología marina. El artículo que aquí se publica está tomado de un estudio más amplio aparecido por primera vez en la revista de la Unesco Impacto : Ciencia y sociedad.

## *Veinticinco años de investigaciones*

**H**ACE veinticinco años la cooperación internacional en materia de ciencias del mar estaba en pañales. Aunque el estudio serio de las profundidades oceánicas se había iniciado casi un siglo antes, cuando la corbeta británica *HMS Challenger* emprendió, en un día frío y gris de diciembre de 1872, su histórica vuelta al mundo en tres años y medio con el propósito de explorar los mares, la investigación oceanográfica internacional tal como hoy la conocemos comenzó solamente después de la Segunda Guerra Mundial.

El *Challenger* volvió con valiosas informaciones sobre las temperaturas del océano, las corrientes, las simas y las curvas de nivel principales de las grandes cuencas oceánicas. Con este estímulo otros gobiernos se apresuraron a organizar expediciones similares.

Se trataba, sin embargo, de esfuerzos aislados sin coordinación alguna y, aunque resulte sorprendente, hasta los años 50 no cobraron conciencia los oceanógrafos y los gobiernos de la necesidad de efectuar las mediciones en varios lugares simultáneamente si se quería tener una imagen correcta de los fenómenos y las propiedades del océano.

El éxito obtenido por la primera auténtica empresa de coope-

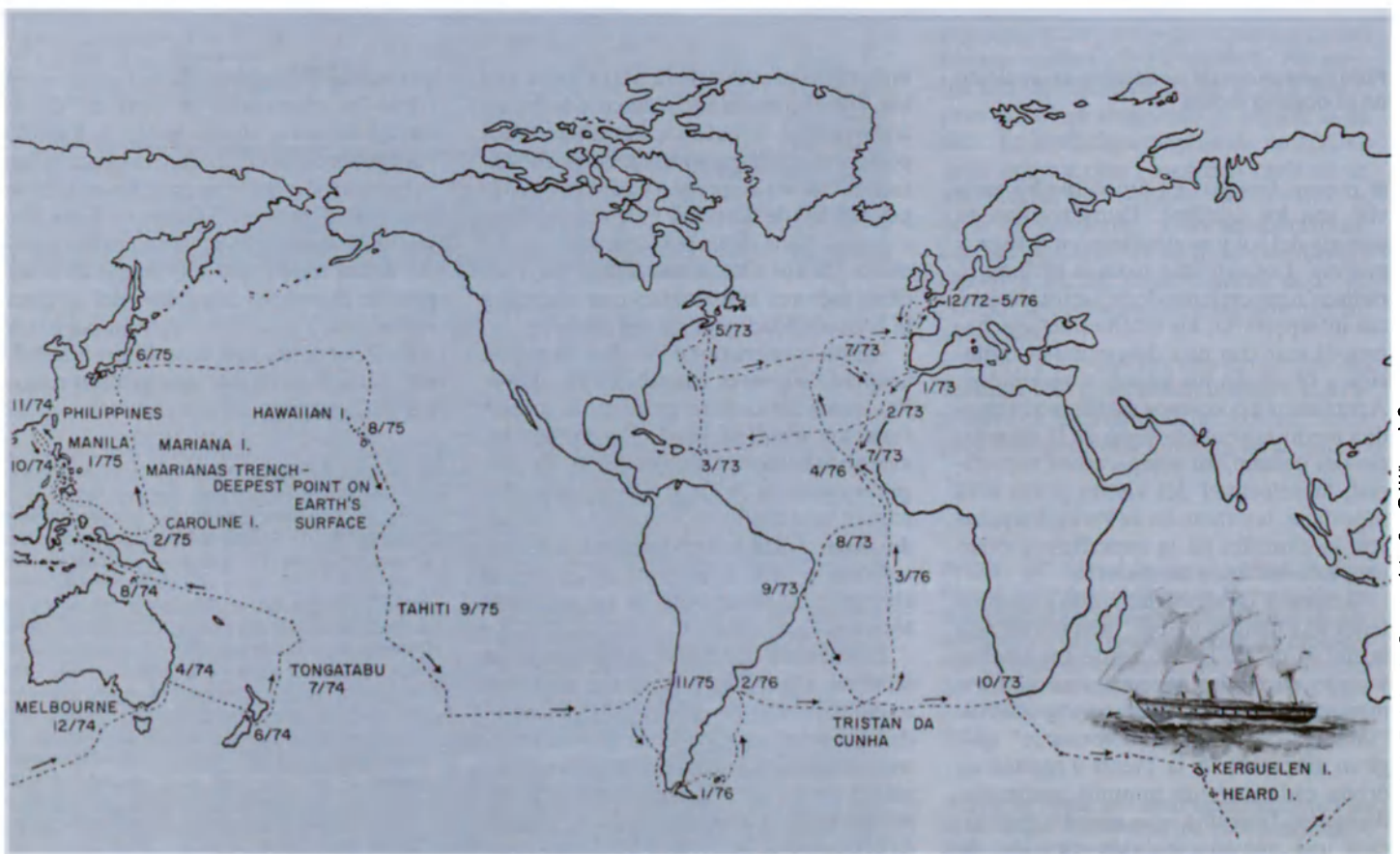
ración internacional —la investigación del Frente Polar Atlántico realizada en 1958 como parte de las actividades del Año Geofísico Internacional— mostró lo que podía conseguirse mediante esa cooperación. Puso asimismo de manifiesto la necesidad de algún tipo de organización internacional que contara con el apoyo de los gobiernos.

En este contexto, la Conferencia Intergubernamental sobre Investigación Oceanográfica celebrada en Copenhague en 1960 recomendó la creación en el seno de la Unesco de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, más conocida por sus siglas COI, cuya misión iba a ser fomentar “la investigación científica con miras a incrementar los conocimientos sobre la naturaleza y los recursos de los océanos mediante el esfuerzo coordinado de sus miembros.”

En los veinticinco años transcurridos desde que se celebró dicha Conferencia, la COI ha crecido tanto en número de miembros como en importancia: los Estados Miembros han pasado de 40 a 113 y a la Comisión se la reconoce hoy como cabeza de la investigación oceanográfica internacional.

El año 1969 fue crucial en la vida de la COI; en esa fecha se estableció, en efecto, el importantísimo Programa Ampliado a

***Derrotero seguido por el HMS Challenger en su histórico viaje de investigaciones oceanográficas de 1872 a 1876.***



Largo Plazo de Exploración e Investigación Oceánica que iba a constituirse en eje principal de las actividades de la Comisión en los años siguientes.

En 1982 se produjo otro acontecimiento fundamental para la COI, y seguramente también para el mundo entero: la firma de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, que se supone va a ampliar considerablemente el campo de acción de la Comisión.

A lo largo de sus veinticinco años de existencia la COI ha tomado iniciativas innovadoras que han ayudado a ampliar las fronteras del saber oceanográfico: un nuevo enfoque de las relaciones entre el medio ambiente marino y los recursos vivos del mar; la preparación de una cartografía especializada, en particular de mapas batimétricos (o de las profundidades marinas) y de mapas del fondo oceánico y de sus características geológicas y geofísicas; la puesta en marcha de dos experimentos internacionales sobre las relaciones entre el océano y la atmósfera; la investigación mundial sobre la contaminación marina; el establecimiento de un sistema de acopio, clasificación, intercambio y análisis de datos oceánicos; y la elaboración de un plan general para un Programa principal de asistencia con miras a incrementar las capacidades en ciencias marinas de los países en desarrollo.

Aunque ampliados y clarificados, los objetivos de la COI se han mantenido en lo esencial idénticos durante el cuarto de siglo transcurrido. En la actualidad pueden resumirse del siguiente modo:

- definir los problemas para cuya solución se requiere la cooperación internacional en la investigación oceánica;
- desarrollar la investigación científica de los océanos y los servicios conexos;
- fortalecer la educación, la formación y la asistencia en materia de ciencia y tecnología marinas.

En este último objetivo se hizo particular hincapié durante la décimotercera reunión de la Asamblea de la COI que se celebró en la Casa de la Unesco en París del 12 al 28 de marzo de 1985 con motivo del 25º aniversario de su fundación. Once Estados Miembros ofrecieron más de treinta becas de investigación que se concederán en varias disciplinas científicas y técnicas.

Asistieron a estas "bodas de plata" de la COI cinco de sus ex presidentes y cuatro de sus ex secretarios, lo que brindó ocasión para analizar críticamente las labores de la Comisión y para trazar las pautas de las actividades futuras. □

*El órgano rector de la COI es una Asamblea que se reúne cada dos años. Un Consejo Ejecutivo formado por 33 Estados Miembros ejerce la supervisión general de la realización de las actividades de la Comisión. El encargado de su funcionamiento cotidiano, o funcionario ejecutivo de más alto rango, es su Secretario, que forma parte del personal de la Unesco. Esta se ocupa además de fomentar la cooperación entre los Estados Miembros mediante los programas de su propia División de Ciencias del Mar. La Comisión se encarga también de alguna de las tareas, en la esfera de las ciencias y las técnicas oceánicas, de las cinco organizaciones —ONU, Unesco, FAO, OMS y OMI— que forman parte del Comité Interinstitucional de los Programas Científicos relativos a la Oceanografía.*



Foto Unesco

**Un investigador se apresta a lanzar una red especial para recoger muestras de plancton.**

# Un nuevo régimen jurídico para los océanos

por Mario Ruivo

**A**L pensar en las consecuencias de la adopción de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar en abril de 1982 por más de 150 naciones, vienen a mi memoria las palabras de aquel poeta portugués que dijo: "Hoy es el primer día del resto de tu vida". En realidad, ese acontecimiento histórico marca el comienzo de una relación nueva entre la humanidad y los océanos. Representa, en cierta medida, la culminación de un largo proceso de negociación entre estados de todo el mundo. Es también el comienzo de una etapa de cooperación internacional para alcanzar los objetivos de la Convención, así como la realización de los sueños y aspiraciones a que responden sus disposiciones.

El nuevo régimen de los océanos es una novedad que tendrá gran repercusión en el tratamiento de las cuestiones marítimas tanto en el plano nacional como internacional. Es también un hecho simbólico por cuanto refleja los importantes cambios que han ido modelando la comunidad internacional desde la Segunda Guerra Mundial, caracterizados esencialmente por el proceso de descolonización y autodeterminación nacional, así como por la búsqueda de un orden económico más justo y equitativo basado en las relaciones pacíficas y de amistad entre los países, independientemente de sus sistemas políticos y económicos.

Entre los numerosos rasgos de la nueva legislación de los océanos que represen-

tan una innovación con respecto a la Convención sobre el Derecho del Mar de 1958, cabe señalar la reglamentación de las investigaciones científicas sobre el mar y la transferencia de tecnología marina. Tal innovación es el resultado de la percepción cada vez más clara por parte de los estados de la importancia de la ciencia y de la tecnología primeramente para el desarrollo económico y social y luego como fuente de poder y factor de independencia nacional en el mundo moderno. La ciencia es un factor fundamental de la civilización tecnológica. Las actividades científicas generan la información necesaria para una gran variedad de actividades económicas; sin esa información los estados modernos, la administración pública y la gestión industrial serían incapaces de desempeñar eficazmente sus funciones o de alcanzar sus objetivos.

La Convención contiene una reglamentación general de la investigación científica internacional sobre el mar y sobre la transferencia de conocimientos y de tecnología. Algunas normas y principios establecen el deber de los estados de cooperar entre sí, directamente o por medio de las organizaciones internacionales, regionales o subregionales competentes.

El derecho que se reconoce a los países costeros —y los deberes consiguientes de aquellos que realizan actividades de investigación— de conceder o negar autorización para que se lleven a cabo investi-

gaciones en su zona económica exclusiva crea condiciones favorables para que los hombres de ciencia de cada país participen en actividades de investigación, en la formación, en el acceso a los conocimientos necesarios, etc. En este sentido cabe señalar que, además de las referencias que la Convención hace a "centros regionales" que deberían crearse o fortalecerse para fomentar la investigación en ciencias del mar y la tecnología marina, así como la formación y la transmisión de conocimientos, se mencionan también los centros nacionales que, con igual propósito, deberán crearse dentro de cada país. Las funciones asignadas a tales organismos —y la necesidad de que profundicen aun más el concepto de centros regionales— reflejan el interés de los países en desarrollo por participar conjunta y eficazmente en los futuros programas y actividades internacionales de ciencia y tecnología.

Mientras se espera que la Convención sea ratificada y entre en vigor, y para facilitar a los estados la aplicación progresiva de la nueva reglamentación, una de las medidas fundamentales que deben tomarse es el mejoramiento o elaboración de las disposiciones institucionales necesarias. Durante la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar se evitó deliberadamente debatir de manera exhaustiva los aspectos institucionales, que sólo se trataron en términos generales cuando tenían relación con determinados artículos. Tampoco se hizo, salvo contados casos, mención expresa de las organizaciones intergubernamentales competentes para evitar las nuevas dificultades que resultarían de la determinación de competencias entre las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas sobre diversos aspectos del océano.

Hay organizaciones que han tomado o están tomando medidas para adaptarse mejor a las nuevas exigencias y ser capaces de desempeñar las funciones asignadas por la Convención a las "organizaciones intergubernamentales competentes".



Foto Unesco

*Biblioteca de la sede de la IOCARIBE, filial para la región del Caribe de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, radicada en Cartagena, Colombia. La sede se halla instalada en la casa del Marqués de Valdehoyos, caudaloso comerciante del siglo XVIII, que ha sido restaurada recientemente; es uno de los muchos hermosos ejemplos de arquitectura colonial existentes en la vieja ciudad del Caribe.*

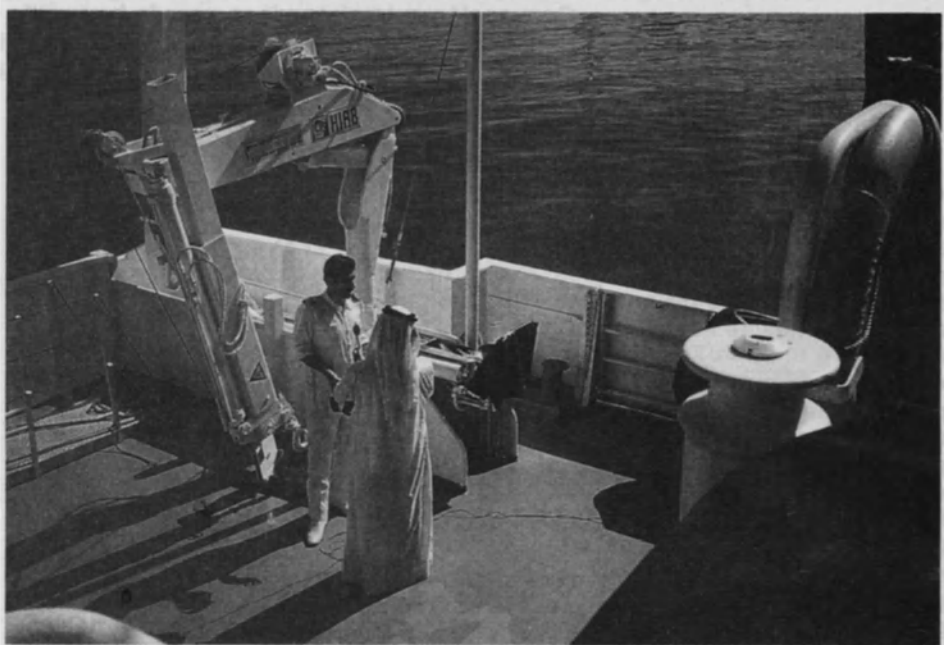
Siguiendo la misma tendencia, la Unesco ha iniciado, por conducto de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), un estudio de los alcances y de las consecuencias de la Convención en el que los artículos de ésta han sido utilizados como indicadores de los problemas cuya solución depende de la cooperación internacional en la esfera de las ciencias del mar y de la correspondiente formación y enseñanza. El objetivo de tal estudio es intensificar los programas de la Comisión y emprender los ajustes estructurales necesarios, incluidas, si fuera preciso, ciertas reformas de los estatutos de la Comisión.

Como medida inmediata la COI ha establecido una nueva categoría de organismos regionales subsidiarios, las subcomisiones regionales, la primera de las cuales, la del Caribe y regiones adyacentes (IOCARIBE), acaba de ser creada sucediendo a una asociación que llevaba el mismo nombre. Se espera que tales subcomisiones substituyan progresivamente a los actuales grupos regionales del programa de la COI encargados del fomento y la coordinación de las investigaciones en materia de ciencias del mar y de las actividades conexas, incluida la creación de centros regionales y la constitución de sistemas cooperativos de intercambio.

Reajustes institucionales similares se están también produciendo en el plano nacional. En efecto, las administraciones nacionales, generalmente establecidas sobre bases estrictamente sectoriales (por ejemplo, pesquerías, marina mercante), tropiezan con dificultades para hacer frente a los nuevos problemas derivados de la múltiple utilización de los océanos. Pueden señalarse dos tendencias al respecto: una que se orienta al establecimiento de una administración sectorial que se ocupe de manera global de los problemas del mar (la creación de ministerios del mar en determinados países corresponde a esta categoría), y otra que se basa en la utilización de administraciones sectoriales ya existentes bajo la supervisión de un órgano nacional superior con poder suficiente para elaborar la política nacional sobre el mar y para coordinar su aplicación (tal es el caso, por ejemplo, del Departamento de Desarrollo del Mar creado en India).

En la esfera más especializada de la investigación científica del mar existe una tendencia general, que la COI fomenta, a crear —o fortalecerlos si ya existen— órganos de coordinación en ciencias del mar, a saber, las Comisiones Oceanográficas Nacionales, integradas por representantes de organismos estatales, universidades y otras instituciones íntimamente relacionadas con dichas investigaciones y aplicaciones. Tales órganos tienen por misión movilizar los recursos nacionales disponibles en ese ámbito y actuar como puntos de convergencia de la cooperación internacional.

La importancia que en el Segundo Plan



**Construido según los planos y el estudio realizados bajo la supervisión de la Unesco, el navío oceanográfico Mujtabar Al-Bihar entró en servicio en Doha, Qatar, el 9 de noviembre de 1982 (abajo). Los mismos planos se utilizaron para construir un navío hermano para Argelia, el Benyahia (arriba), que entró recientemente en servicio en el Mediterráneo.**

a Plazo Medio de la Unesco (1984-1989) se ha dado a las actividades de la Organización —y en particular las de la COI y de la División de Ciencias del Mar— en la esfera de los océanos y sus recursos, así como la intención de consolidar la COI como instrumento fundamental para la ejecución del programa —especialmente en relación con el Plan General para un programa principal de asistencia con miras a incrementar las capacidades en ciencias del mar de los países en desarrollo— cobran todo su sentido como parte del vasto proceso institucional que se está desarrollando.

Es pues esencial que las instituciones científicas no gubernamentales interesadas, tales como el Comité Científico sobre Investigaciones Oceánicas, emprendan también un esfuerzo similar de adap-

tación a la nueva situación para que en todo lo posible resulten universales y representativas de la comunidad científica mundial y reflejen sus ideas y aspiraciones. Por razones históricas, muchas de esas instituciones están en su mayor parte constituidas todavía por representantes o por científicos de los países desarrollados. En realidad, los hombres de ciencia también deben aprender a adaptarse a las nuevas reglas del juego en lo que atañe a los océanos. El nuevo régimen oceánico ofrece un potencial considerable para que la investigación marina se amplíe e incremente gracias a la participación activa de científicos e instituciones de todos los países, desarrollados o en desarrollo, con un espíritu de igualdad. □

**MARIO RUIVO** es secretario de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Unesco. Especialista en ciencias del mar, se ocupa principalmente de la administración de los recursos vivos del océano. Ha sido director de la División de Pesca de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y presidió la delegación de Portugal en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. El artículo que aquí se publica se basa en un estudio aparecido anteriormente en la revista de la Unesco Impacto: Ciencia y sociedad.

# Hitos de la Convención sobre el Derecho del Mar

Adoptada el 30 de abril de 1982 por la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (por 130 votos contra 4 y 17 abstenciones), después de más de ocho años de trabajos preparatorios, la *Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar* establece normas para todos los lugares y prácticamente todas las formas de utilización de los océanos. Mientras que una gran parte de la Convención trata de las zonas marítimas internacionales, otras importantes disposiciones reconocen la jurisdicción de los estados en algunos aspectos. La Convención entrará en vigor cuando haya sido ratificada por 60 estados, pero algunos de ellos han modificado ya su propia legislación nacional para adecuarla a las disposiciones de la Convención.

● Los estados ribereños ejercerán su soberanía sobre el mar territorial hasta una extensión de doce millas marinas pero concederán a los buques extranjeros el derecho de paso por sus aguas con fines de navegación pacífica.

● Los buques y aviones de todos los países gozarán del derecho de "tránsito" a través de los estrechos utilizados para la navegación internacional, a condición de que lo hagan sin dilación, ininterrumpidamente y sin amenazas para la seguridad de los estados ribereños del estrecho. Estos podrán reglamentar la navegación y otros aspectos de la travesía.

● Los estados constituidos por uno o varios grupos de islas estrechamente relacionadas entre sí y por las aguas que las comunican ejercerán su soberanía sobre una zona marítima delimitada por líneas rectas que pasen por los puntos más exteriores de las islas. Tendrán también soberanía sobre sus aguas pero los buques de cualquier nacionalidad gozarán del derecho de paso a través de las rutas marítimas designadas por tales estados.

● Los estados ribereños gozarán de derechos soberanos en una zona económica exclusiva de 200 millas marinas en cuanto a los recursos naturales y a determinadas actividades económicas y ejercerán cierto tipo de jurisdicción sobre la investigación científica y la conservación del entorno. Los demás estados gozarán de libertad para navegar por la zona y volar sobre ella, así como para instalar cables y tuberías submarinos. Los estados sin litoral y los "estados en situación geográfica desventajosa" tendrán derecho a participar en la explotación de una parte de las pesquerías de la zona cuando el estado ribereño no pueda efectuar por sí solo todas las capturas. La delimitación de la zona económica entre estados con costas adyacentes o situados frente a frente "se efectuará

(...) sobre la base del derecho internacional (...) a fin de llegar a una solución equitativa". Las especies marinas muy migratorias y los mamíferos marinos serán objeto de especial protección.

● Los estados ribereños gozarán de derechos soberanos sobre la plataforma continental (el suelo y el subsuelo de su mar territorial) para los efectos de exploración y explotación, sin perjuicio de la situación legal de las aguas o del espacio sobre ellas. La plataforma se extenderá por lo menos hasta 200 millas de la costa y hasta 350 e incluso más en circunstancias especiales. Los estados ribereños compartirán con la comunidad internacional una parte de los beneficios derivados de la explotación del petróleo y de otros recursos en cualquier parte de la

*Foto tomada en la sede de las Naciones Unidas en Nueva York, en la tarde del 30 de abril de 1982, al aprobarse la Convención sobre el Derecho del Mar por 130 votos contra 4 y 17 abstenciones.*



Foto Milton Grant, Naciones Unidas

plataforma continental que se encuentre a más de 200 millas de la costa. La delimitación de la plataforma entre estados con costas adyacentes o situados frente a frente se hará sobre las mismas bases que la de la zona económica exclusiva. Una Comisión de Límites de la Plataforma Continental hará recomendaciones a los estados respecto de los confines exteriores de la misma.

● Todos los estados gozarán de la libertad tradicional de navegación, vuelo, investigación científica y pesca en alta mar y deberán adoptar por sí mismos o en cooperación con otros estados medidas para administrar y conservar los recursos vivos.

● El mar territorial, la zona económica exclusiva y la plataforma continental de las islas se determinarán de conformidad con las disposiciones aplicables al territorio continental pero las rocas donde no sea posible la existencia humana ni la actividad económica no formarán parte de la zona económica exclusiva ni de la plataforma continental.

● Los estados ribereños de mares cerrados o semicerrados deberán cooperar entre sí en la administración de los recursos vivos y en la coordinación de sus políticas de investigación científica y de preservación del medio marino. Los estados sin litoral tendrán derecho de acceso al mar y gozarán de libertad de paso a través del territorio de los estados de tránsito cualquiera que sea el medio de transporte que se emplee.

● Los estados deberán utilizar "los mejores medios prácticos a su alcance" para prevenir y controlar la contaminación marina sea cual fuere su origen. La Convención señala cuáles son los tipos de estado (estados ribereños, estados del puerto y estados del pabellón) a los que incumbe la responsabilidad de evitar la contaminación de las aguas del mar y de sancionar a los culpables, particularmente cuando la contaminación se origina en buques de

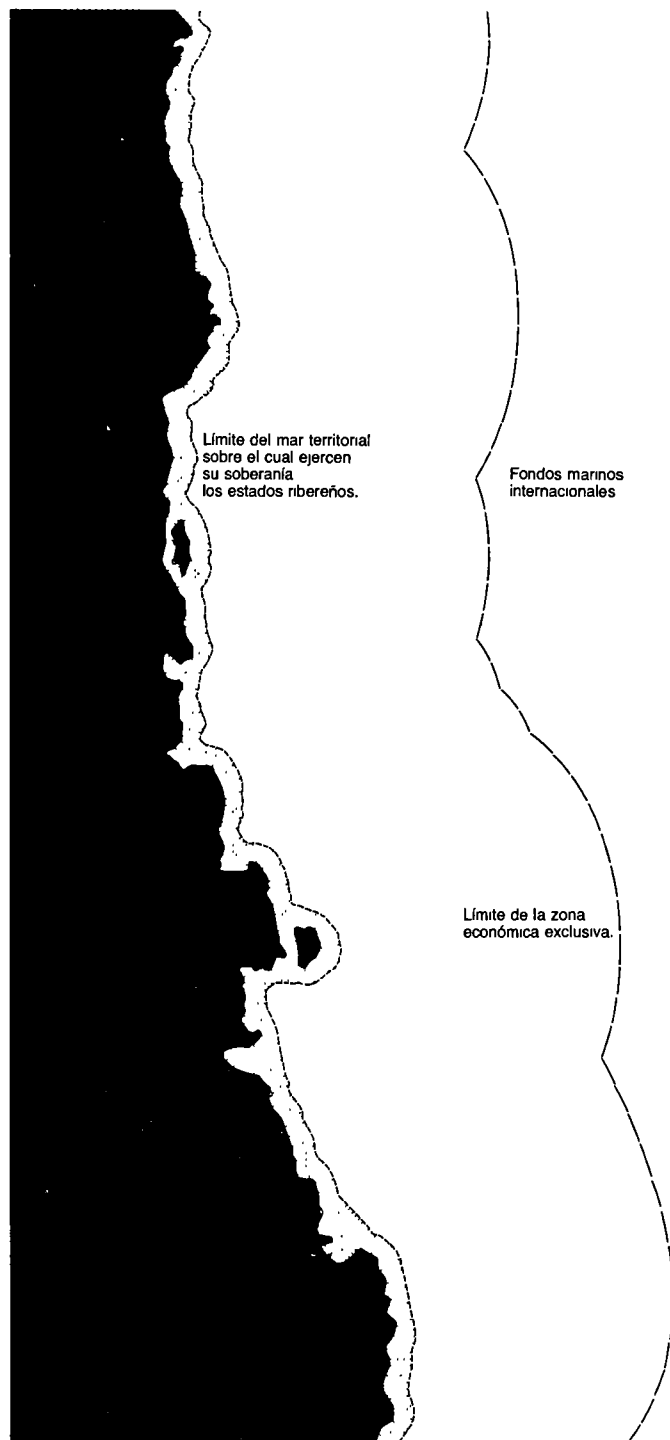
alto bordo, así como los tipos de acciones coercitivas aplicables. Los estados deberán responder por los daños causados por la violación de su obligación internacional de combatir la contaminación marina, deberán cooperar en escala mundial y regional en la formulación de reglas y normas de protección ambiental y se comprometerán a promover la asistencia técnica a los países en desarrollo de la región.

● Toda investigación científica marina en la zona económica exclusiva y en la plataforma continental deberá contar con la autorización de los estados ribereños, pero éstos estarán obligados a otorgarla a otros estados cuando las investigaciones se lleven a cabo con fines pacíficos y de conformidad con las demás disposiciones de la Conven-

ción. Un estado ribereño podrá negar su consentimiento para la realización de tales investigaciones o insistir en que éstas se suspendan solamente en las circunstancias estipuladas por la Convención; en caso de controversia, el estado que realiza las investigaciones podrá solicitar que el estado ribereño se someta al arbitraje internacional si estima que no actúa de acuerdo con la Convención.

● Los estados deberán promover el desarrollo y la transferencia de la tecnología marina "según modalidades y condiciones equitativas y razonables" y tendrán debidamente en cuenta todos los intereses legítimos, incluidos los derechos y deberes de los poseedores, los proveedores y los receptores de la tecnología.

● Los estados resolverán por medios pacíficos sus controversias relativas a la interpretación o a la aplicación de la Convención. Cuando no puedan llegar a un acuerdo sobre los medios para resolverlas, deberán someterlas a instancias cuyas decisiones serán obligatorias para todas las partes. Tendrán para ello cuatro opciones: el Tribunal Internacional del Derecho del Mar que se creará de conformidad con la Convención, el actual Tribunal Internacional de Justicia, un tribunal de arbitraje y procedimientos especiales de arbitraje establecidos también por la Convención. Ciertos tipos de controversias podrán someterse a un procedimiento de conciliación sin que las decisiones que de él se desprendan sean obligatorias para las partes.



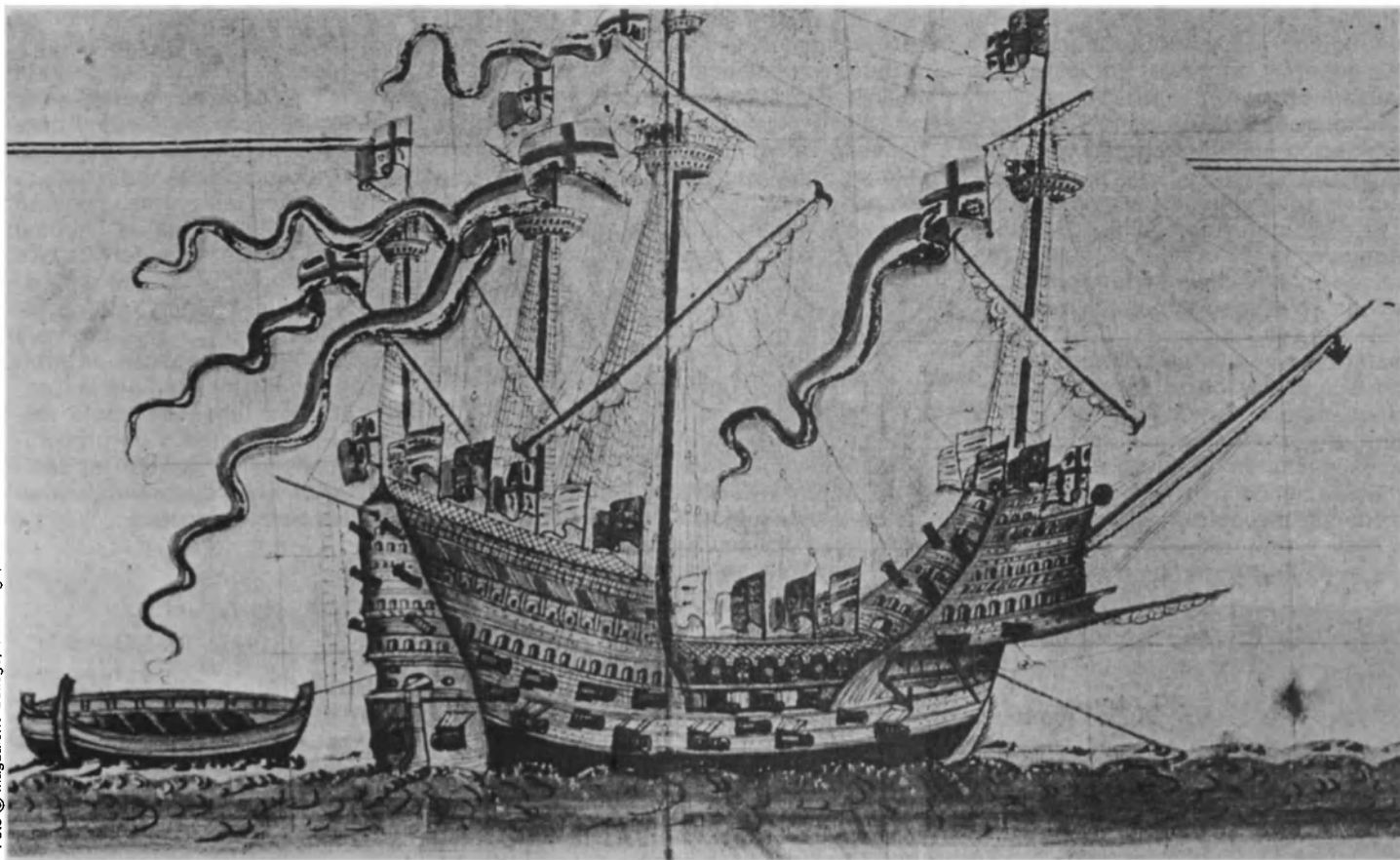
## La zona internacional de los fondos marinos

La mayor parte de la Convención se refiere a la futura reglamentación de la exploración y explotación de los fondos oceánicos profundos en zonas que se encuentren más allá de la plataforma continental de cualquier estado.

El principal interés económico de tal zona se concentra actualmente en los nódulos polimetálicos, compuestos de manganeso, cobre, cobalto y níquel, que se encuentran en los grandes fondos oceánicos o inmediatamente debajo de éstos, pero la Convención contempla todos los recursos de la zona, incluidos aquellos que puedan ser descubiertos o explotados económicamente en el futuro.

La Convención establecerá un sistema "paralelo" de explotación de los grandes fondos oceánicos en virtud del cual todas las actividades que se realicen en la zona estarán bajo el control de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos, que podrá llevar a cabo sus propias actividades de explotación minera a través de un organismo denominado Empresa. Al mismo tiempo, la Autoridad podrá firmar contratos con empresas públicas o privadas confiriéndoles derechos de explotación minera en la zona para que puedan operar conjuntamente con la Autoridad. Los recursos de la zona serán administrados como "patrimonio común de la humanidad". □

*De todos los minerales que se han encontrado hasta ahora en el agua y en los suelos marinos el más valioso es el petróleo. En efecto, cerca de la quinta parte de la producción total actual del precioso "oro negro" proviene de la plataforma continental (200 millas a partir de la costa) de unos 75 países, en aguas relativamente poco profundas. Quedan muchas regiones marinas de este tipo en las que aun no se han hecho perforaciones petroleras y se supone que existen grandes reservas en aguas más profundas. Los nódulos ricos en níquel, manganeso, cobre y cobalto son los recursos minerales más valiosos existentes en los fondos marinos internacionales.*



# Tesoros vivientes del océano

por Vitali Voitov

*En esta acuarela de hacia 1546 se ve al Mary Rose, barco de 700 toneladas que se hundió junto a las costas del sur de Inglaterra en 1545. El barco naufragado, que había sido el navío de guerra favorito de Enrique VIII, fue descubierto por un grupo de arqueólogos marinos en 1967 y pudo ser izado a la superficie el 11 de octubre de 1982, tras 15 años de ininterrumpido trabajo en lo que se ha considerado como "la más ambiciosa empresa de arqueología submarina de la historia".*

**E**N el ceno de la ría de Vigo, en la costa atlántica de España, yacen una docena o más de galeones españoles de cuyo putrefacto maderamen escapa el oro que formaba parte del botín de los conquistadores destinado a llenar los cofres del rey de España. Lingotes de oro y plata de un valor cercano a los trescientos millones de dólares descansan en el fondo del océano junto a la costa noreste del Brasil. E incalculables tesoros yacen ocultos bajo las aguas costeras de la India, de Sri Lanka o de ese antiguo coto de caza de los piratas que fue el mar Caribe.

Nadie puede estimar el valor total de esos tesoros sumergidos, como tampoco el de las perlas por las que durante siglos los hombres se han zambullido en las aguas del golfo Pérsico o Arábigo para adornar con ellas los vestidos de reyes y cortesanos.

Pero esas centelleantes y sumergidas barras de oro y plata, todos esos monumentos a la codicia humana cubiertos por el romántico velo del mito y la aventura, resultan insignificantes en comparación con los fabulosos tesoros vivientes que el

océano brinda a los hombres. Porque el mar, que fue donde primeramente se desarrolló la vida, contiene en su seno todos los principales grupos de animales, desde los simples protozoarios hasta los más complejos mamíferos.

De los recursos vivientes del océano, el que el hombre ha aprovechado más es el tesoro renovable de peces y otras formas comestibles de vida marina. El volumen total de la pesca en todo el mundo es de unos 70 millones de toneladas anuales, lo que representa cerca del 24 por ciento de las proteínas animales necesarias para una dieta equilibrada (véase el recuadro de la pág. 35). Hasta hace relativamente poco tiempo la pesca parecía inagotable, pero con los progresos de las técnicas pesqueras y con la creciente demanda de alimentos se ha producido una explotación excesiva de ciertas especies de peces, con peligro de extinción total de las mismas. Si queremos preservar ese tesoro viviente debemos planificar el aprovechamiento de las riquezas oceánicas.

También cuenta con una larga historia el aprovechamiento de los organismos marinos por sus propiedades medicinales ▶

SIGUE EN LA PAG. 36





**El buque soviético de investigaciones científicas Académico Mstislav Keldysh, nombre de un ex presidente de la Academia de Ciencias de la URSS. Su capacidad es de 6.300 toneladas, su velocidad máxima de 16 nudos y su radio de acción de 20.000 millas marinas.**

**El "minisubmarino" soviético de investigaciones científicas Piscis VII que, junto con su gemelo Piscis XI, desempeñó un papel importante en las grandes expediciones oceanográficas soviéticas realizadas entre 1982 y 1985 en el Pacífico, el Atlántico y el Índico.**



Foto © APN, Moscú

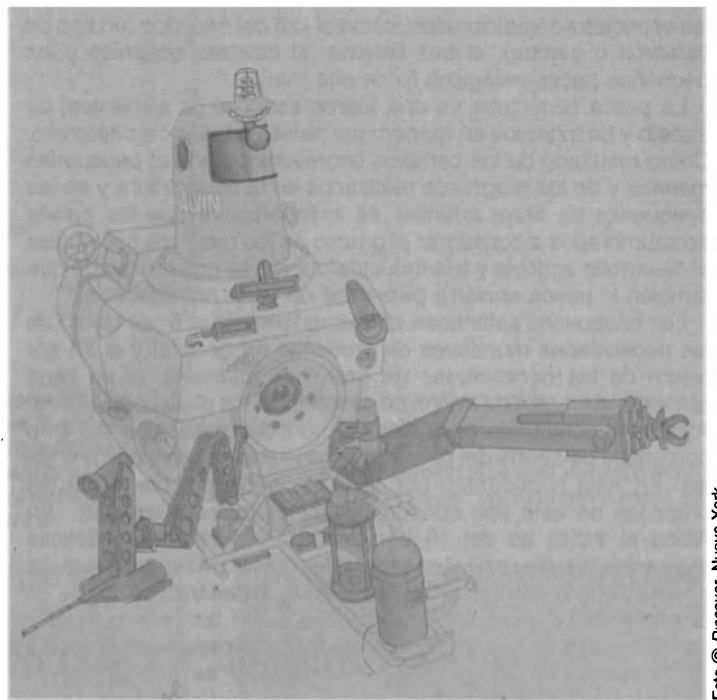
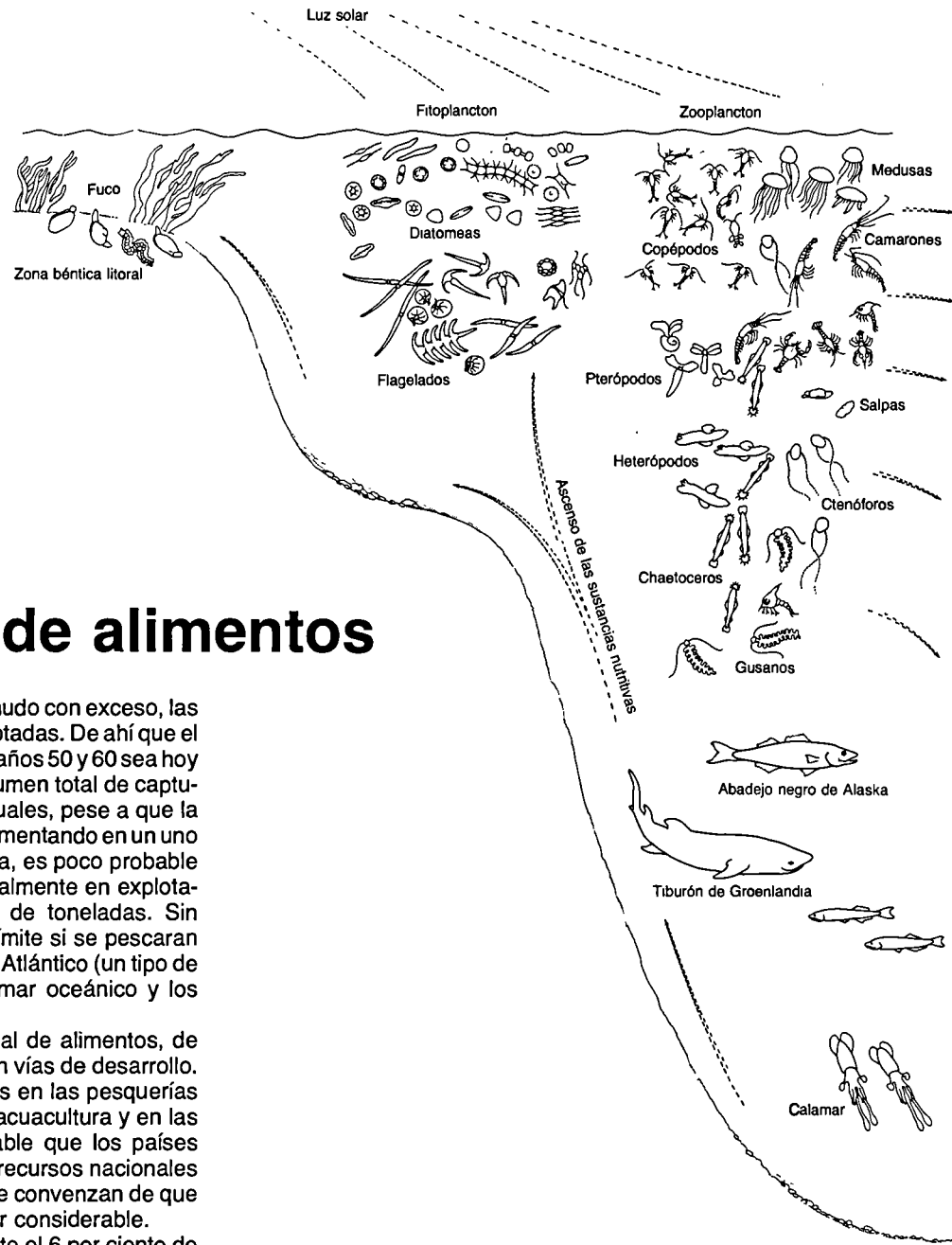


Foto © Discover, Nueva York

**El submarino de bolsillo Alvin, para dos tripulantes, gracias al cual los exploradores norteamericanos descubrieron en el fondo oceánico, a 2.700 metros de profundidad, colonias de gusanos gigantes (de hasta 2,4 metros de largo) en torno a respiraderos hidrotérmicos cerca de las islas Galápagos. A tales profundidades, a donde no llega la luz solar, esas colonias viven en simbiosis con unas extrañas bacterias que convierten las sustancias químicas que salen de los respiraderos en una suerte de alimento del que se nutren los gusanos.**

Casi toda la vida marina depende de la luz solar, que es convertida directamente en alimento por unos organismos microscópicos flotantes de forma vegetal (el fitoplancton). A su vez, éste es absorbido por el plancton zoomórfico (zooplancton). El plancton sustenta a una serie de predadores que forman el nekton. Los restos orgánicos, al hundirse en el océano (puntos), proveen de alimentos a los animales que viven en profundidades inferiores. Los organismos cercanos a las costas se alimentan de lo que llega de tierra firme. Las corrientes ascendentes costeras (flechas) proveen al fitoplancton de elementos nutritivos producidos por la descomposición de la materia orgánica en el fondo. (Los organismos no han sido dibujados a escala real).



## La pesca, fuente esencial de alimentos

Hoy en día se aprovechan plenamente, a menudo con exceso, las especies de peces tradicionalmente más aceptadas. De ahí que el rápido crecimiento de la pesca mundial en los años 50 y 60 sea hoy mucho más lento. En el último decenio el volumen total de capturas fue de unos 71 millones de toneladas anuales, pese a que la pesca destinada a la alimentación continuó aumentando en un uno por ciento al año. Si se excluye la acuicultura, es poco probable que el rendimiento final de las especies actualmente en explotación sea muy superior a los 110 millones de toneladas. Sin embargo, la producción podría superar ese límite si se pescaran las especies no tradicionales, como el krill del Atlántico (un tipo de camarón o gamba), el pez linterna, el calamar oceánico y los pequeños peces pelágicos (o de alta mar).

La pesca constituye ya una fuente esencial de alimentos, de trabajo y de ingresos en numerosos países en vías de desarrollo. Como resultado de los cambios sobrevenidos en las pesquerías marinas y de los progresos realizados en la acuicultura y en las pesquerías de tierra adentro, es indispensable que los países acostumbrados a consagrar el grueso de los recursos nacionales al desarrollo agrícola y a la industrialización se convengan de que también la pesca encierra para ellos un valor considerable.

Las pesquerías satisfacen aproximadamente el 6 por ciento de las necesidades mundiales de proteínas en general y el 24 por ciento de las necesidades de proteínas animales, si se tiene presente el empleo de harina de pescado en los piensos animales. Asia es el continente cuya dieta alimenticia presenta el máximo porcentaje de aporte del pescado al consumo de proteínas animales. En Asia sudoriental, por ejemplo, el 55 por ciento de las proteínas de este tipo consumidas provienen del pescado. En África el índice es del 19 por ciento. Pero estas estadísticas regionales resultan engañosas respecto de la contribución real del pescado a la alimentación de los países en desarrollo, ya que en determinadas comunidades —generalmente las más pobres— constituye la única “carne” disponible. Esta dependencia respecto del pescado resulta aun más importante si se piensa que el crecimiento de la demanda, que se espera se habrá duplicado a fines de siglo, va a corresponder probablemente sobre todo al mundo en desarrollo.

Se ha calculado que las pesquerías proporcionan empleo, a veces a medio tiempo, a unos 16 millones de pescadores en los países en vías de desarrollo. Mucho mayor aun es el número de personas que participan en actividades relacionadas con la pesca, como la conservación y la comercialización. La mayor parte de toda esta mano de obra trabaja asociada con pesquerías de carácter artesanal o en pequeña escala. Habida cuenta de las familias y de las personas a cargo, en el Tercer Mundo son decenas de millones los seres humanos que dependen total o principalmente de la pesca para su subsistencia. □

**Corales del Gran Arrecife de Coral Australiano junto a las costas de Queensland.**

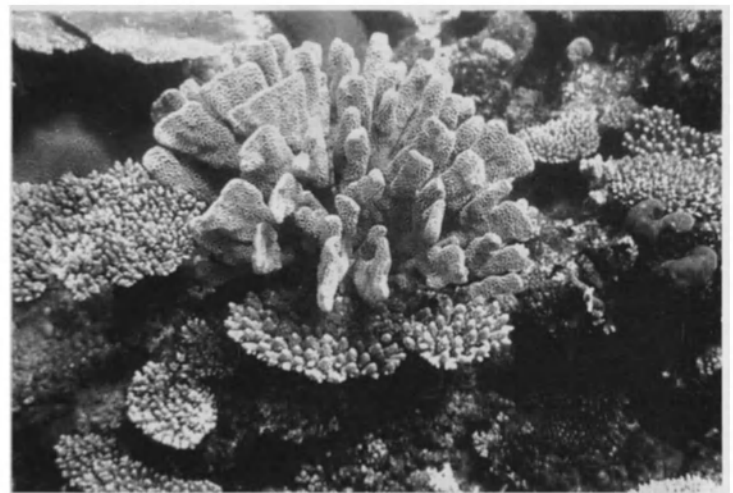
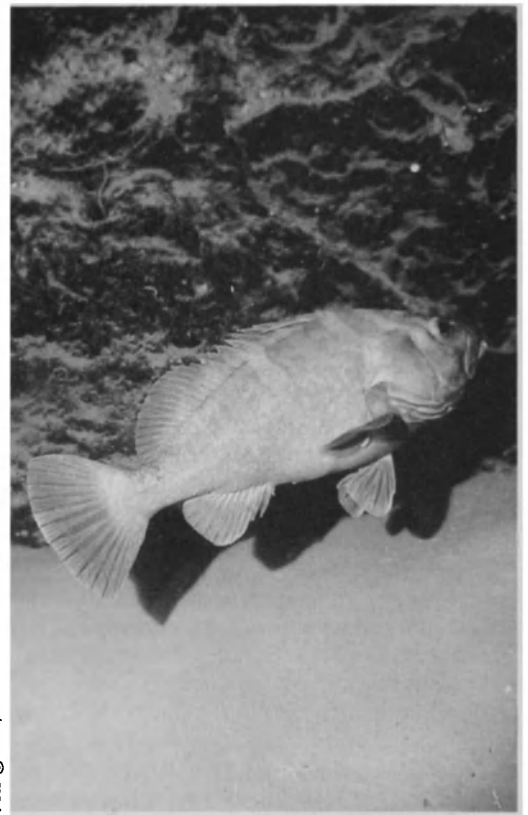
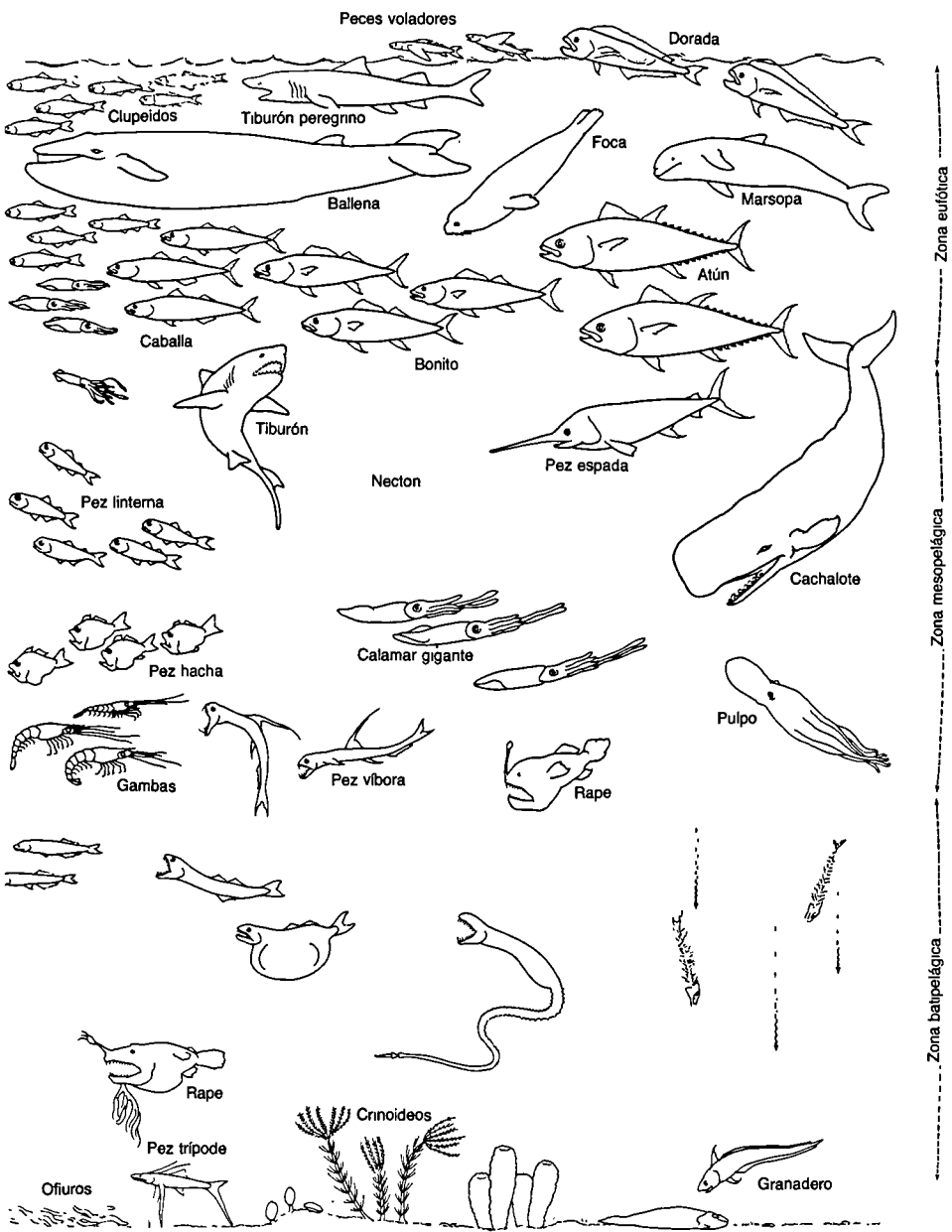


Foto T. Cazabon © A.A.A. Photo, Paris

Tomado de Desarrollo de las pesquerías en los años 80, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma



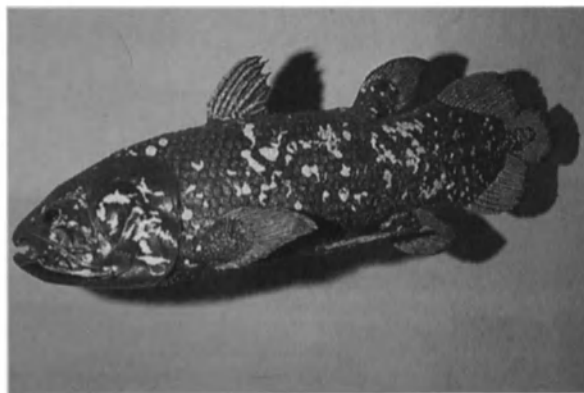
Fotografía de un mero (pez marino que llega a tener hasta un metro de largo) tomada por unos exploradores soviéticos en el arrecife de Tadyura, en el golfo de Adén.

Diagrama tomado de la Enciclopedia Británica

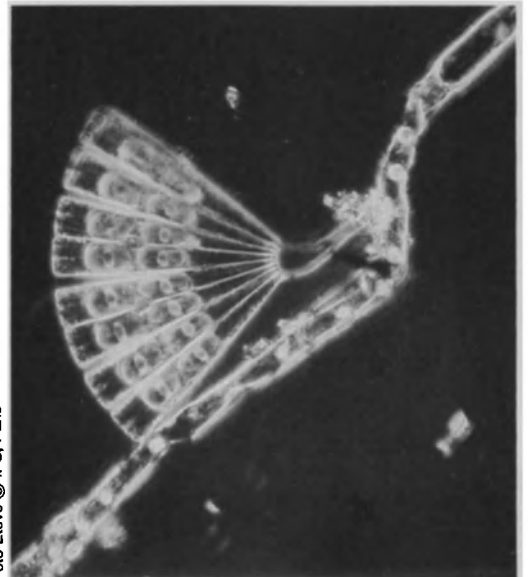
Un comerciante de perlas de Bahrein exhibe su mercancía.



Un magnífico espécimen de celacanto. Se le conoce con el nombre de "pez fósil" ya que antes de que se capturara un ejemplar vivo en el océano Indico en los años 30 los especialistas creían que se había extinguido hace unos 70 millones de años.



Ampliación fotográfica que permite admirar la belleza de la "cola de pavo real" del alga común.



► y curativas. Las inscripciones demuestran que los pueblos antiguos de Egipto y Mesopotamia empleaban con propósitos medicinales extractos obtenidos de las algas, de ciertos moluscos y de los tejidos de peces venenosos. En el mundo entero se llevan hoy a cabo investigaciones sobre las posibles propiedades medicinales de los organismos marinos. En la URSS, por ejemplo, el Instituto de Investigaciones Científicas sobre Oceanografía y Piscicultura Marina está realizando investigaciones avanzadas en la materia.

Los organismos marinos que más prometen en relación con los usos medicinales son los moluscos (de los que se extraen sustancias que pueden utilizarse para regular la circulación de la sangre), los erizos de mar, las estrellas de mar, las medusas, las anémonas de mar y ciertas especies de peces.

Ya se emplean algunos preparados extraídos de los *myxini*, una subespecie de peces (anguilas de cieno y lampreas glutinosas) que vive en el Pacífico, como estimulantes del corazón capaces de restablecer el normal funcionamiento del músculo cardíaco; y un producto obtenido de los tejidos del *ostracion* (cofre) ha demostrado sus méritos como poderoso anestésico local. El estudio de los corales parece prometer resultados espectaculares. En efecto, los corales poseen sustancias activas que pueden afectar al funcionamiento del corazón y de los vasos sanguíneos, regular el metabolismo, aumentar la presión arterial y prevenir la trombosis y la congestión cerebral.

Las más raras criaturas del océano forman también un museo viviente de historia natural, un tesoro almacenado del saber que apenas hemos empezado a explorar y que encierra las claves de los orígenes y la evolución de la flora y la fauna oceánicas.

Imaginemos, por ejemplo, cuál no sería la sorpresa del ictiólogo sudafricano J.B.L. Smith cuando, en 1938, se le pidió que identificara en un boceto una especie desconocida de pez capturada por unos pescadores en el Índico y se encontró ante el dibujo de un "fósil vivo", un celacanto, pez con escamas grandes y ásperas y cuatro aletas como extremidades, que se suponía era el antepasado de los vertebrados cuadrúpedos terrestres.

La relación de los fósiles que conocemos muestra que el celacanto, miembro de la subespecie *crossopterygii*, data de hace unos 300 millones de años y durante mucho tiempo los científicos creyeron que se había extinguido hace 50 o 70 millones. Smith empezó a buscar nuevos especímenes, pero hasta 1952 no se encontraron otros celacantos, esta vez junto a las islas Comores.

El hallazgo del celacanto incitó a los hombres de ciencia a buscar otras y quizá desconocidas criaturas que pudieran existir en las profundidades oceánicas. Tales esfuerzos se vieron recompensados en 1952 cuando el buque oceanográfico *Galatea*, de bandera danesa, pescó una *neo-*

*pilina* a una profundidad de 3.580 metros junto a las costas de Costa Rica, en el Pacífico. La *neopilina* es un molusco marino primitivo que se creía extinguido hace unos 350 millones de años y que representa el eslabón de la cadena evolutiva situado entre las lombrices marinas y los moluscos.

Durante esos mismos años 50 científicos soviéticos embarcados en el navío oceanográfico *Vityaz* extrajeron de las profundidades de la fosa submarina de las Kuriles-Kamchatka (10.500 metros) una serie de criaturas con aspecto de gusanos, una de las cuales era de un tipo desconocido hasta entonces, carente de tubo digestivo.

A tan extraordinarios descubrimientos deben añadirse los que realizaron algunos investigadores norteamericanos en el Pacífico. Sumergiéndose hasta unos 2.500 metros de profundidad, cerca de las islas Galápagos, en su minisubmarino *Alvin*, se encontraron en una zona donde la temperatura de las aguas alcanzaba los 17°C. De vuelta a la superficie comprobaron que las muestras de agua que habían recogido en esa zona olían fuertemente a ácido sulfhídrico. Evidentemente, el agua había penetrado en hendiduras del fondo oceánico, circulado dentro de las rocas calientes y extraído de ellas por lixiviación ciertos productos químicos, antes de emerger de nuevo calentada a una temperatura muy elevada.

El ácido sulfhídrico es tóxico para los animales superiores, pero ciertas bacterias son inmunes a sus propiedades venenosas e incluso basan su metabolismo en ellas. Así, en las profundidades abisales del océano esas bacterias forman el primer eslabón de una cadena alimentaria que sustenta a prósperas comunidades de criaturas submarinas, como almejas, caracoles y mejillones azufrados.

Allí abajo, en la casi total oscuridad de las simas oceánicas donde no llegan los rayos solares, la vida no se basa en la fotosíntesis originada por la energía solar sino en un proceso denominado quimiosíntesis que se nutre de la energía química de los compuestos inorgánicos. Quizá ahí se halle encerrado el secreto del origen de la vida en nuestro planeta.

El océano pertenece a la humanidad en su conjunto. Es la última frontera cuya exploración y aprovechamiento conciernen a todas las naciones. Ya ha entregado muchos de sus secretos, pero son muchos, muchos más los que quedan por descubrir. □

**VITALI VOITOV**, geógrafo soviético, ha participado en unas cuarenta expediciones científicas en los océanos Pacífico, Atlántico e Índico. Es autor de unos 160 libros y estudios sobre oceanografía, muchos de ellos traducidos a diversas lenguas (inglés, francés, italiano, alemán). Señalemos, en particular, sus obras sobre la expedición científica a bordo del *Vityaz*, sobre las perspectivas de la investigación oceanográfica (en colaboración con A. Monine, miembro correspondiente de la Academia de Ciencias de la URSS), sobre el misterio del Triángulo de las Bermudas y sobre la riqueza de los océanos.





# 1986: Año Internacional de la Paz / 2

## Slovenj Gradec, ciudad de la paz

Slovenj Gradec, situada en la encrucijada de la Europa central, de los Balcanes y del Mediterráneo, es una pequeña ciudad eslovena (8.000 habitantes) del noroeste de Yugoslavia. Antigua colonia primero celta y después romana, su nombre —"la fortaleza de los eslovenos"— se explica por la presencia de éstos en su suelo desde el siglo X. Durante la Segunda Guerra Mundial el lugar, montañoso y cubierto de bosques, fue teatro de durísimos combates entre los guerrilleros yugoslavos y el ocupante nazi. En la cercana localidad de Poljana tuvo justamente lugar, el 15 de mayo de 1945 (una semana después de la firma del armisticio), la última batalla europea del terrible conflicto.

Por todos los sufrimientos que ha tenido que soportar, Slovenj Gradec quiere hoy ser un centro de paz y de comprensión entre las culturas. Entre los ciudadanos de honor de la ciudad figuran en particular Henry Moore (nacido en 1898) y Osip Zadkin (1890-1967), dos escultores de renombre internacional.

En 1965 las Naciones Unidas patrocinaron toda una serie de exposiciones internacionales en la amplia galería moderna con que cuenta Slovenj Gradec. Y en 1985, con motivo del cuadragésimo aniversario de la fundación de la ONU, la ciudad organizó una nueva exposición dedicada sobre todo a los grabados en madera. Una de las contribuciones más destacadas fue la de un pintor "naïf" local, empleado en el hospital municipal, J. Tisnikar. Y el director del hospital, pacifista convencido, se asoció a los actos patrocinando una mesa redonda de especialistas sobre la medicina para la paz.

Del 11 al 14 de noviembre de 1985 se celebró también en Slovenj Gradec, con los auspicios de la Unesco y de las Naciones Unidas, un encuentro de escritores y periodistas de nueve países, con el título de



"Plumas para la paz". Todos los participantes hicieron hincapié en que entre todas las naciones, al margen de las diferencias políticas simplistas, puede existir una solidaridad y que el escritor debe consagrarse en todos los casos a buscar la verdad, la cual no pertenece en exclusiva a ninguna persona, sociedad ni estado. Los reunidos pidieron asimismo a la Unesco que favorezca la traducción y la publicación en las lenguas de gran difusión de obras literarias contra la guerra procedentes de países pequeños. □

Bogdan Pogachnik

## El Pen Club y la paz

De 10.000 a 11.000 escritores de todo el mundo son miembros del Pen Club, que cuenta con 93 centros establecidos en 57 países. En 1983 se creó un Comité de Escritores para la Paz cuya misión es definir concretamente las tareas de aquellos en lo que atañe a ésta. Así, por ejemplo, se ha decidido que el 3 de marzo de cada año se celebre la "Jornada Internacional de los Escritores por la Paz". Todos los centros se comprometen a organizar una reunión ese día y a estudiar juntos los problemas que se plantean en sus respectivos países. El año pasado tuvo lugar en Tel Aviv, Israel, una reunión de ese tipo a la que asistieron escritores israelíes y árabes y que, pese a los naturales momentos polémicos, resultó muy constructiva.

Con los auspicios del presidente de ese Comité especial, se celebró en Bled, Yugoslavia, otra reunión sobre el tema del mito del enemigo hereditario. Está fuera de toda duda que la literatura ha creado o contribuido a crear mitos de ese tipo. Los participantes consideraron que ya era hora de reaccionar, estudiando la forma como ese mito se ha formado a través de la literatura —que sigue siendo uno de los principales canales de la sensibilidad contemporánea— para poner al descubierto sus mecanismos y su funcionamiento e impedir así que resucite. La importancia de las tareas de la reunión fue tal que el Comité propuso a las Naciones Unidas que publiquen un libro sobre este tema en 1986, con ocasión del Año Internacional de la Paz.

Por otra parte, el 48º congreso internacional del Pen Club, que se celebró en Nueva York del 11 al 17 de enero pasado, tuvo como tema el ámbito imaginario del estado y el del individuo. Por último, en Hamburgo, RFA, va a celebrarse en 1986 una reunión sobre la historia contemporánea y su imagen en la literatura. □

### Tarifas de suscripción :

1 año : 78 francos franceses (España : 1.950 pesetas); 2 años (únicamente en Francia) : 144 francos. Tapas para 12 números (1 año) : 56 francos. Reproducción en microfilm (1 año) : 150 francos.

### Redacción y distribución : Unesco, place Fontenoy, 75700 París.

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 forzadamente la opinión de la Unesco ni de la Redacción de la Revista. En cambio, los títulos y los pies de fotos son de la incumbencia exclusiva de ésta. Por último, los límites que figuran en los mapas que se publican ocasionalmente no entrañan reconocimiento oficial alguno por parte de las Naciones Unidas ni de la Unesco.

### Redacción (París):

Subjefe de redacción : Olga Rödel  
Secretaría de redacción : Gillian Whitcomb  
Español : Francisco Fernández-Santos  
Jorge Enrique Adoum  
Francés : Alain Lévêque  
Neda el Khazen  
Inglés : Roy Malkin  
Ruso : Nikolai Kuznetsov  
Arabe : Sayed Osman  
Braille : Frederick H. Potter

Documentación : Christiane Boucher  
Ilustración : Ariane Bailey  
Composición gráfica : Georges Servat  
Promoción y difusión : Fernando Ainsa  
Proyectos especiales : Peggy Julien

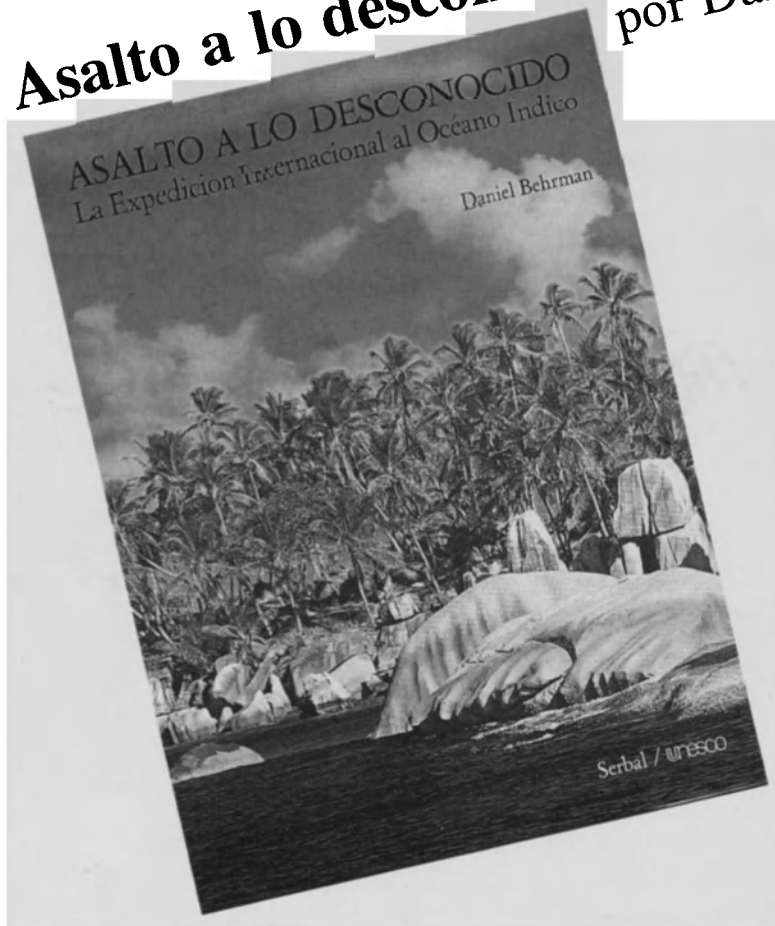
### Ediciones (fuera de París):

Alemán : Werner Merkli (Berna)  
Japonés : Seichiro Kojima (Tokio)  
Italiano : Mario Guidotti (Roma)  
Hindi : Rajmani Tiwari (Delhi)  
Tamul : M. Mohammed Mustafa (Madrás)  
Hebreo : Alexander Broida (Tel-Aviv)  
Persa :  
Portugués : Benedicto Silva (Rio de Janeiro)  
Neerlandés : Paul Morren (Amberes)  
Turco : Mefra Ilgazer (Estambul)  
Urdu : Hakim Mohammed Said (Karachi)  
Catalán : Joan Carreras i Martí (Barcelona)  
Malayo : Azizah Hamzah (Kuala Lumpur)  
Coreano : Paik Syeung-Gil (Seúl)  
Swahili : Dominio Rutayebesibwa (Dar es Salam)  
Croata-serbio, esloveno, macedonio y serbio-croata : Bozidar Perkovic (Belgrado)  
Chino : Shen Guofen (Pekín)  
Búlgaro : Goran Gotev (Sofía)  
Griego : Nicolas Papageorgiu (Atenas)  
Cingalés : S.J. Sumanaskara Banda (Colombo)  
Finés : Marjatta Oksanen (Helsinki)  
Sueco : Inger Raaby (Estocolmo)  
Vascuence : Gurutz Larrañaga (San Sebastián)  
Tal : Savitri Suwansathit (Bangkok)

La correspondencia debe dirigirse al director de la revista.

# Asalto a lo desconocido

por Daniel Behrman



La expedición Internacional al océano Indico se realizó a bordo de diversos buques entre 1959 y 1965. Sus fines eran explorar el menos conocido de los océanos no polares y verificar hipótesis científicas específicas. Así, determinados descubrimientos contribuyeron a una auténtica revolución de la teoría geológica.

Este libro presenta la dimensión humana de la expedición. Recoge los comentarios personales de los participantes, los éxitos y los fracasos, las controversias y la pasión que suscita la investigación científica. El lector encontrará en él, además, una percepción del experimento humano que supuso la utilización de nuevos métodos de exploración conjunta del océano y podrá apreciar la incidencia de tal experimento en la región y en la comunidad científica mundial.

Edición conjunta de Ediciones del Serbal (Witardo, 45-Barcelona, España) y de la Unesco. Distribución en España: derechos exclusivos de Ediciones del Serbal. Resto del mundo: a través de los distribuidores de cualquiera de los coeditores.

Precio: 120 francos franceses.

## 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.

**ANGOLA.** (República Popular de) Casa Progresso/Secção Angola Média, Calçada de Gregório Ferreira 30, c.p. 10510, Luanda BG, Luanda.

**ARGENTINA.** Librería El Correo de la Unesco, EDILYR S.R.L., Tucumán 1685 (P.B. "A") 1050 Buenos Aires.

Correo Argentino	CENTRAL (B)	TARIFA REDUCIDA CONCESION No. 274
		FRANQUEO PAGADO CONCESION N° 4074

**BOLIVIA.** Los Amigos del Libro, casilla postal 4415, La Paz ; Avenida de las Heroínas 3712, casilla postal 450, Cochabamba.

**BRASIL.** Fundação Getúlio Vargas, Editora-Divisão de Vendas, caixa postal 9.052-ZC-02, Praia de Botafogo 188, Rio de Janeiro, R.J. (CEP. 20000). Livros e Revistas Técnicos Ltda., Av. Brigadeiro Faria Lima, 1709 - 6° andar, Sao Paulo, y sucursales : Rio de Janeiro, Porto Alegre, Curitiba, Belo Horizonte, Recife.

**COLOMBIA.** Instituto Colombiano de Cultura, carrera 3°, n° 18/24, Bogotá.

**COSTA RICA.** Librería Cooperativa Universitaria, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio", San José; Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes, Edificio Metropolitano 7° piso, apartado 10227, San José.

**CUBA.** Ediciones Cubanas, O'Reilly n° 407, La Habana. Para *El Correo de la Unesco* solamente: Empresa CQ-PREFIL, Dragones n° 456, e/Lealtad y Campanario, Habana 2.

**CHILE.** Editorial Universitaria S.A., Departamento de Importaciones, casilla 10220, Santiago. Librería La Biblioteca, Alejandro I, 867, casilla 5602, Santiago 2; Editorial "Andrés Bello", Av. R. Lyon 946, casilla 4256, Santiago.

**REPUBLICA DOMINICANA.** Librería Blasco, Avenida Bolívar, no. 402, esq. Hermanos Deligne, Santo Domingo.

**ECUADOR.** Revistas solamente : DINACOUR Cia. Ltda., Santa Prisca n° 296 y Pasaje San Luis, Oficina 101-102, Casilla 112b, Quito; libros solamente: Librería Pomaire, Amazonas 863, Quito; todas las publicaciones : Casa de la Cultura Ecuatoriana, Núcleo del Guayas, Pedro Moncayo y 9 de Octubre, casilla de correos 3542, Guayaquil.

**ESPAÑA.** MUNDI-PRENSA LIBROS S.A., Castelló 37, Madrid 1 ; Ediciones LIBER, Apartado 17, Magdalena 8, Ondárroa (Vizcaya) ; DONAIRE, Ronda de Outeiro 20, apartado de correos 341, La Coruña ; Librería AL-ANDALUS, Roldana 1 y 3, Sevilla 4 ; Librería CASTELLS, Ronda Universidad 13, Barcelona 7.

**ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.** Unipub, 205, East 42nd Street New York, N. Y. 10017. Para *El Correo de la Unesco* : Santillana Publishing Company Inc., 575 Lexington Avenue, Nueva York, N.Y. 10022. Para libros y periódicos : Box 433, Murray Hill Station New York, N. Y. 10157.

**FILIPINAS.** The Modern Book Co., 926 Rizal Avenue, P.O. Box 632, Manila, D-404.

**FRANCIA.** Librairie de l'Unesco, 7, place de Fontenoy, 75700 París (C.C.P. Paris 12.598-48).

**GUATEMALA.** Comisión Guatemalteca de Cooperación con la Unesco, 3ª Avenida 13-30, Zona 1, apartado postal 244, Guatemala.

**HONDURAS.** Librería Navarro, 2ª Avenida n° 201, Comayagua, Tegucigalpa.

**MARRUECOS.** Librairie "Aux Belles Images", 281, avenue Mohammed V, Rabat ; *El Correo de la Unesco* para el personal docente : Comisión Marroquí para la Unesco, 19, rue Oqba, B.P. 420, Rabat (C.C.P. 324-45).

**MEXICO.** Librería El Correo de la Unesco, Actipán 66, Colonia del Valle, México 12, D.F.

**MOZAMBIQUE.** Instituto Nacional do Livro e do Disco (INLD), Avenida 24 de Julho, 1921, r/c e 1° andar, Maputo.

**NICARAGUA.** Librería Cultural Nicaragüense, calle 15 de septiembre y avenida Bolívar, Apartado 807, Managua; Librería de la Universidad Centroamericana, apartado 69, Managua.

**PANAMA.** Distribuidora Cultura Internacional, apartado 7571, Zona 5, Panamá.

**PARAGUAY.** Agencia de Diarios y Revistas, Sra. Nelly de García Astillero, Pte. Franco 580, Asunción.

**PERU.** Librería Studium, Plaza Francia 1164, apartado 2139, Lima; Librería La Familia, Pasaje Peñalosa 112, apartado 4199, Lima.

**PORTUGAL.** Dias & Andrade Ltda., Livraria Portugal, rua do Carmo 70-74, Lisboa 1117 Codex.

**PUERTO RICO.** Librería Alma Mater, Cabrera 867, Rio Piedras, Puerto Rico 00925.

**URUGUAY.** EDILYR Uruguay, S.A., Maldonado 1092, Montevideo.

**VENEZUELA.** Librería del Este, Av. Francisco de Miranda 52, Edificio Galipán, apartado 60337, Caracas 1060-A ; La Muralla Distribuciones, S.A., 4a. Avenida entre 3a. y 4a. transversal, "Quinta Irenalis" Los Palos Grandes, Caracas 106.

