

# CONTINENTES SEPULTADOS BAJO EL MAR

por Daniel Behrman

A medida que aumenta la importancia de los mares en cuanto a la explotación de sus recursos naturales, se crean situaciones que exigen nuevas respuestas políticas y jurídicas. La vieja idea de que a cinco kilómetros del litoral los mares dejaban de tener dueño es tan anacrónica como el alcance de las viejas baterías costeras en que se basaba dicho límite. Por lo menos siete naciones defienden actualmente su jurisdicción por lo que

DANIEL BEHRMAN, que actúa en la División de Prensa de la Unesco, se especializa en cuestiones científicas. Este periodista norteamericano es autor de «The New World of the Oceans» (El nuevo mundo de los océanos) que aparece este mes en los Estados Unidos (ediciones Little Brown and Co., Boston) y que publicará más tarde Robert Laffont en París en versión francesa. El artículo que sigue está tomado del capítulo de este libro titulado «Los océanos unidos» y se reimprime por permiso especial del editor y del autor, que reserva sus derechos.

respecta a los derechos a la pesca dentro de un radio de 320 kilómetros de su litoral.

De acuerdo con la Convención sobre la Plataforma Continental, adoptada por las Naciones Unidas durante la conferencia de 1958 en Ginebra, todas las naciones marítimas tienen derecho a explotar los recursos que se encuentren en el fondo de sus plataformas continentales a una profundidad de 200 metros, límite que puede extenderse hasta más allá de los 400 kilómetros de la costa, de acuerdo a los caprichos de la geografía submarina. Es como si se hubiera añadido a sus áreas una superficie tan grande como todo el continente africano.

Dentro de estos límites, declara la Convención, estos países son dueños «del mineral y todo otro recurso inanimado que se encuentre en el fondo del mar y su interior, y también de

Texto © Prohibida la reproducción

todos los organismos pertenecientes a especies sedentarias, es decir, organismos que al llegar el momento en que pueda pescarselos, se mantengan inmóviles sobre la superficie del fondo del mar o dentro de éste, o sean incapaces de moverse excepto si se mantienen en contacto físico constante con el fondo del mar o el subsuelo de éste».

Algunos de los «organismos» del mar escapan por entre esta red legal de alambre de púas. Desde que se adoptó la Convención se ha debido contratar como expertos a biólogos marinos para que en más de una oportunidad decidieran si las langostas y los cangrejos nadan o se arrastran.

El problema es importante, pues si los animales nadan, los abogados deben considerarlos como peces, y entonces cualquiera puede pescarlos; y si se arrastran, pertenecen al propietario de la plataforma continental. Pero esta propiedad no es cosa que esté clara tampoco.

En 1958 los autores de la Convención de Ginebra pensaron que pasarían unos 20 años antes de que se perforara el suelo en busca de algún mineral importante a una profundidad mayor de los 200 metros fijados como límite, pero las perforadoras de pozos de petróleo son ya capaces de trabajar a profundidades bastante mayores, y los interesados en la explotación de yacimientos de fosforita y manganeso solo esperan que la situación jurídica de las plataformas se decida para poder empezar a explotar su riqueza.

Pueden, sin embargo, utilizar una salida legal que a propósito se les ha dejado en la definición que la Convención da de la plataforma continental: «el fondo del mar y el subsuelo

SIGUE EN LA PAG 6



Foto © Servicio Científico, París

La cara con los ojos vaciados de la derecha es realmente una foto muy ampliada de los poros y la base de la espina central de una especie de «plancton» animal. Por depender toda la vida marina de esta masa de minúsculos organismos, animales y vegetales, en continuo desplazamiento, analizar la vida microscópica de los océanos se ha convertido en una parte cada vez más importante de la ciencia oceanográfica. Los científicos pronostican un día en que se cultiven las «praderas» de las profundidades y los peces pasten y sean conducidos como si fueran ganado. A la izquierda, impresión de pintor de las «segadoras» capaces de desbrozar en el futuro un bosque de algas que dificulta las operaciones de pesca.

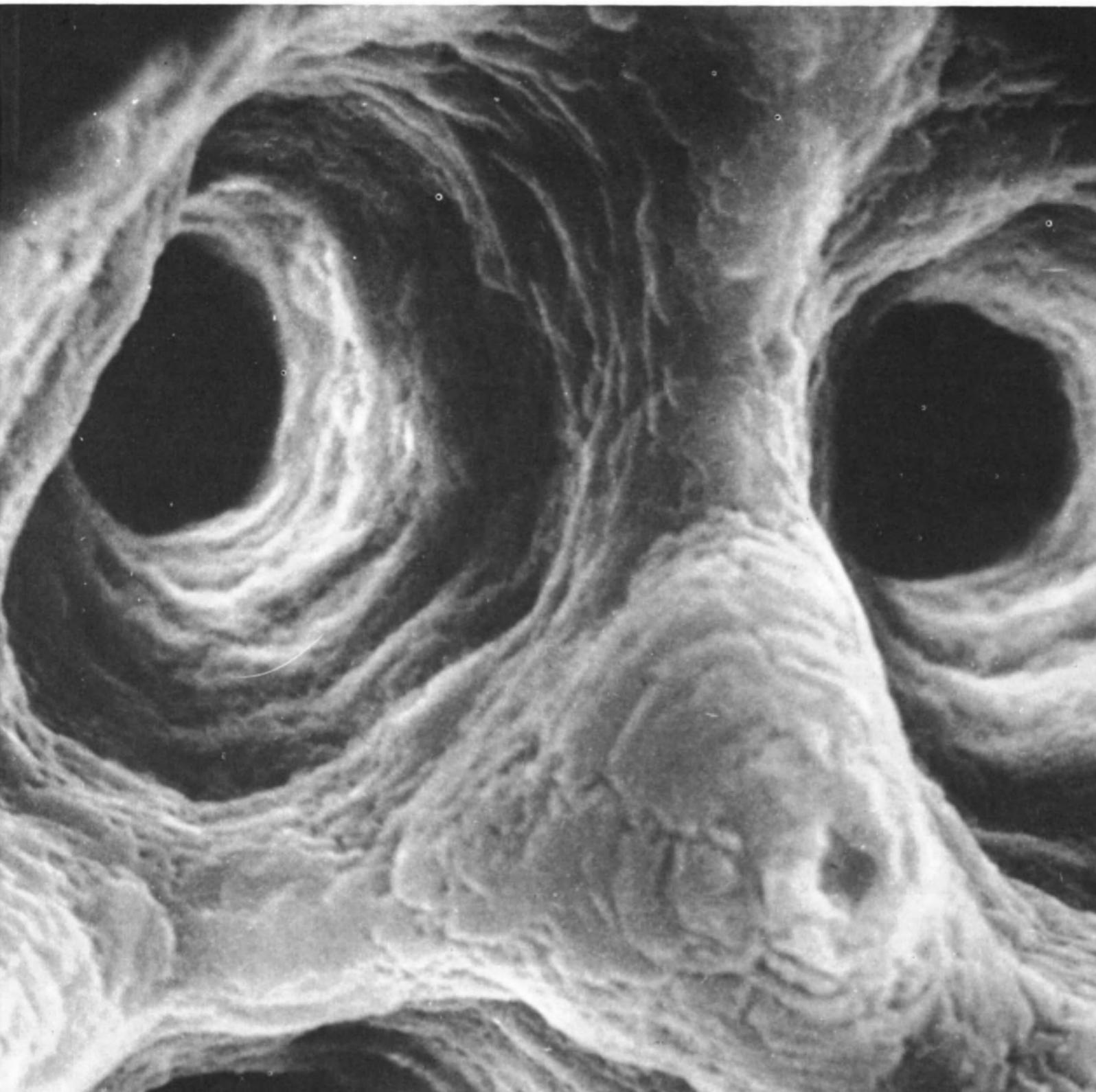


Foto © Allan W.H. Bé. Observatorio Geológico Lamont de Nueva York

## Nada de banderas en el lecho del mar

de las áreas submarinas adyacentes a la costa... hasta una profundidad de 200 metros o más si la profundidad de las aguas sobreyacentes permite la explotación de los recursos naturales de dicha área». En otras palabras, esta explotación da lugar a nueve puntos dentro de la ley correspondiente.

El doctor K.O. Emery, geólogo del Instituto de Oceanografía de Woods Hole, con sede en Cape Cod, Massachusetts (E.E.U.U.), es uno de los técnicos que ha observado que el término «explotación», no está definido en la Convención. Varias preguntas suyas, irritantes por cierto, no han tenido contestación todavía: «¿Puede calificarse de explotación la extracción de algunos trozos de manganeso?» «¿Cuántas toneladas de mineral por unidad de superficie hay que extraer para que quepa hablar de «explotación?» «¿Es necesario obtener una ganancia vendiendo el mineral extraído en el mercado libre, o puede verse ésta reemplazada por un amplio subsidio gubernamental?» «El manganeso mezclado con cobalto, cobre y níquel son, de los minerales que se extraen del fondo del mar, los que más a menudo se citan. Pero los millones de dólares que representan ¿justifican que se ejerza una soberanía determinada sobre superficies inmensas de la tierra?»

Hay otros problemas, como el de la situación legal de un país frente a su plataforma continental cuando lo separa de ésta un profundo foso. En esta situación se encontraba Noruega al asignársele derechos de perforación en el mar del Norte, y Gran Bretaña le permitió que extendiera su soberanía mas allá del foso que la separa de su plataforma continental.

En el Océano Pacífico, el «largo brazo» de la ley norteamericana alcanzó profundidades que pasaron de los 3.000 metros al perseguir a un grupo que pretendió crear una isla artificial sobre el Banco Cortés, a 280 kilómetros de San Diego, isla que serviría de base para la pesca de langostas y orejas marinas.

Para crear la isla, el grupo decidió hundir un viejo transporte de guerra. Al hacerlo así, se lo acusó de crear un peligro para la navegación en la plataforma continental de California.

En Julio de 1966, el Presidente Johnson declaraba: «Creemos firmemente que por ningún motivo debemos permitir que la perspectiva de obtener ganancias y riquezas del fondo del mar cree una nueva forma de competencia colonial entre las naciones marítimas. Tenemos que evitar una carrera que nos empuje a apoderarnos y adueñarnos del fondo del mar; tenemos también que garantizar que las profundidades de éste y el fondo del océano son y serán un legado para todos los hombres.»

Estas palabras del Presidente han sido interpretadas literalmente en diversos círculos. Clairborne Pell, senador norteamericano por Rhode Island, considera que de 2.150 kilómetros cuadrados que tiene su estado, 400 están bajo el mar, con un litoral de 614 kilómetros. Pell presentó al Senado en 1967 un breve proyecto de resolución encaminado a lograr «un razonable orden legal para las aguas extranacionales del océano».

En ese proyecto se habla de la «necesidad urgente» de un acuerdo internacional que mantenga el fondo del mar y sus recursos a la disposición de todas las naciones. El acuerdo prohibiría asimismo depositar en el fondo del mar «todo tipo de armas nucleares y de destrucción masiva no ensayados previamente».

Pell pidió que el Departamento de Estado tomase medidas que condujeran a un tratado sobre el espacio del océano capaz de disipar todo temor de que los Estados Unidos y la Unión Soviética «pudieran intentar dividir los océanos del mundo en condominio, tal como los españoles y portugueses trataron de hacer con el Nuevo Mundo al firmar el tratado de Tordesillas el 7 de Junio de 1494».

En agosto de 1967, Malta, un estado más pequeño aún que Rhode Island, presentó un proyecto similar a la Asamblea General de Naciones Unidas en el que solicitó que se modificara el orden del día de la Asamblea para incluir un punto sobre «la necesidad de reservar exclusivamente para fines

SIGUE EN LA PAG 8

## EL ROSTRO OCULTO DE NUESTRO PLANETA

Bajo la masa uniforme de los océanos que lo recubren un relieve atormentadísimo modela la mayor parte de nuestro planeta. Los conocimientos que hoy tenemos del fondo del mar nos permiten hacernos de él una imagen sorprendente. Así lo muestra este mapa reciente del Atlántico Norte (detalle de un mapa general) que reproducimos por autorización especial de la National Geographic Society norteamericana. Véase allí la plataforma continental dibujarse como una terraza avanzada bajo las aguas de la costa de América, Groenlandia, Islandia, Europa y África. Las grandes profundidades marinas están marcadas por desfiladeros, grietas, picos, cuencas y extensos valles. En medio del Atlántico, extendiéndose desde Islandia hasta el Ecuador, la famosa falla dorsal media, cortada por innumerables fracturas y escoltada por altas cadenas montañosas. Las cifras del mapa se expresan en pies (un pie = 30 cms.) Significado de las cifras, — 12.000, profundidad bajo el nivel del mar; (15.040), altitud por sobre el nivel medio de profundidad del océano, que es de 16.000 pies; 13.665, altitud por encima del nivel del mar.





Godthab

ICELAND

Reykjavik

SURTSEY

-7800

-2160

LOUSY BANK  
-6450  
-594

FAEROE ISLANDS

CONTINENTAL SLOPE

REYKJANES RIDGE

ROCKALL  
-1740  
(14260)

-9510

MID-OCEAN CANYON

-10500

-462  
(15538)

BRITISH ISLES

ISLAND OF NEWFOUNDLAND

MIQUELON ISLANDS  
-42  
GRAND BANKS  
-330

-168 FLEMISH CAP  
-15420

-4500  
(11500)

BISCAY ABYSSAL PLAIN  
-15400

LAURENTIAN CONE

MILNE SEAMOUNT  
-336  
(15664)

-15300

AZORES  
Pico  
7615  
(23615)

-17280  
-17700

IBERIAN

SOHM ABYSSAL PLAIN  
-17400

OCEANOGRAPHER FRACTURE ZONE

CORNER SEAMOUNTS

-870

AMPERE SEAMOUNT  
-132  
(15868)

-12000

-9342

-18300

MADEIRA ISLANDS  
6106

Jebel Toubkal  
13665

-13200

-960  
(15040)

-17820

-15000

CANARY ISLANDS  
12198  
(28198)

ATLAS MOUNTAINS

-6978  
(9022)

-12844

-18624

-16200

-17060

-13500

KRYLOV SEAMOUNT  
-4260

CAPE VERDE ISLANDS

9281  
(25281)

Dakar

Copyright © 1968 for the National Geographic Society, Washington

GAMBIA ABYSSAL PLAIN

-15994

-8333

-15748

## Millones de toneladas de oro, uranio y agua pesada

pacíficos el fondo del mar y el lecho del océano que estén bajo las aguas en puntos situados más allá de los límites controlados por las leyes nacionales vigentes y el uso de los recursos de los mismos en beneficio de la humanidad».

En un memorandum que acompañaba a este pedido, Malta sugería que los «beneficios económicos netos» que se obtuviesen de la explotación del fondo del mar fueran usados «primordialmente para promover el desarrollo de los países pobres». Decía asimismo que podría crearse una organización internacional para que asumiera, en representación de todos los países, la jurisdicción sobre el fondo del mar.

Uno de los principales proponentes de esta solución ha sido el doctor Francis T. Christy Jr. de la Research for the Future, Inc. de Washington, corporación sin fines lucrativos financiada por la Fundación Ford. Christy descarta la posibilidad de extender simplemente la plataforma continental a medida que ésta vaya siendo explotada. Considerando esta interpretación, franceses e ingleses podrían reclamar extensas zonas de los océanos Pacífico, Atlántico e Índico, debido a las islas que mantienen allí bajo su jurisdicción, ya que la Convención de Ginebra asigna los mismos derechos a las islas que a los continentes.

La Asamblea General de Naciones Unidas empezó a discutir la idea en 1967. El doctor Arvid Pardo, delegado de Malta, presentó entonces más detalles sobre la organización internacional que proponía su gobierno. El creía que el fondo del mar, tal como se lo consideraba hasta entonces, no podía ponerse bajo la responsabilidad de las Naciones Unidas: «Es difícil que los países que ya han desarrollado técnicas avanzadas para poder explotar el fondo del mar estén de acuerdo en crear un régimen internacional dentro del cual una serie de pequeños países como el mío tengan un voto igual al de los Estados Unidos o la Unión Soviética y constituyan una mayoría.»

Pardo sugería un nuevo organismo que pudiera financiarse con el alquiler que pagaran las naciones dedicadas a la explotación del fondo del mar. Si el organismo se creaba en 1970, su ganancia neta podría alcanzar para 1975 los 6.000 millones de dólares anuales, suma de que se podría disponer para ayudar a los países subdesarrollados. Dos meses después, la Asamblea General adoptó la resolución por la cual creaba un comité de 35 naciones para estudiar el asunto, con miras a la acción de futuro.

La sugerencia del gobierno de Malta desencadenó una pequeña tormenta en los Estados Unidos. En los corredores del Congreso se escucharon fuertes reacciones en contra de

la idea de que el fondo del mar se pusiera en manos de Naciones Unidas (Pardo aclaró específicamente que no tenía esta idea *in mente*).

Al parecer, el estado de Florida condujo el ataque. Uno de sus representantes en el Congreso, Paul G. Rogers, propuso que los Estados Unidos ocuparan hacia 1980 el fondo del mar hasta la cadena submarina de montañas que se extiende por el centro del Atlántico. «El fondo del mar frente a las costas de los Estados Unidos, dijo, nos brinda oportunidad de ampliar nuestras fronteras de la misma manera que cuando atravesamos el oeste en los albores de nuestra historia.»

En octubre de 1967, Claude Kirk, gobernador de Florida, descendió en el «Aluminaut» hasta el fondo del mar y plantó las banderas de su estado y la de los Estados Unidos a una profundidad de 300 metros y a una distancia de 12 kilómetros de la costa de Miami. Al ascender dio a la prensa la siguiente explicación de su gesto:

«No quise hacer ruido en torno a este asunto porque hubieran protestado 18 senadores y el gobierno federal. Ahora es demasiado tarde. La cuestión de las fronteras debería descartarse toda vez que se habla del fondo del mar. Es solo una cuestión de posesión. Así actuaron los españoles al decir «Esto es mío» y tomarlo. Los Estados Unidos deberían hacer lo mismo.»

Pero 86 miembros del Parlamento británico no vieron la cuestión de la misma manera. En mayo de 1968 presentaron una moción ante la Cámara de los Comunes en la que pedían —tal como Pell lo hiciera en el Senado norteamericano y Malta ante la Asamblea General de Naciones Unidas— que se concertara un tratado estipulando que el fondo del mar se siguiera conservando como «herencia común de la humanidad».

Se ha insinuado con frecuencia que quienes apoyaban el plan presentado por Malta eran grandes compañías con intereses en el mar. Este apoyo se atribuyó a un espíritu comercial y no a ningún entusiasmo repentino por Naciones Unidas. Yvonne Rebeyrol, que escribe sobre oceanografía para «Le Monde» en París, dijo: «Las firmas industriales son las más interesadas en que se llegue a un acuerdo sobre los problemas suscitados por la explotación de los recursos del fondo del mar. En realidad, no pueden invertir grandes sumas hasta tener la seguridad de no verse expulsadas por un tercero que pretenda tener derechos contemplados por alguna ley nacional.»

El debate entre parlamentarios, eco-

nomistas, juristas y diplomáticos muestra que el mundo terrestre se empieza a dar cuenta de la internacionalidad intrínseca del océano. Los oceanógrafos se han metido en docenas de organizaciones internacionales, la más antigua de las cuales es el Consejo Internacional para la Exploración del Mar, que data de 1901, año en que fue fundado en Copenhague por los países del noroeste de Europa.

El doctor Arthur Maxwell, director asociado del Instituto de Woods Hole, ha llegado a declarar: «Los oceanógrafos han tomado la posición de considerar activamente la creación en el mar de un orden público totalmente independiente de los esfuerzos que se hagan por establecerlo en los círculos del derecho internacional.»

Maxwell, que conoce los problemas del mar tan bien como los de Naciones Unidas, sitúa los primeros esfuerzos cooperativos grandes en la esfera de la oceanografía dentro del primer Año Geofísico Internacional, celebrado de 1957 a 1958. Esos esfuerzos se basaron en intereses particulares pero vistos con amplitud de miras. Aunque lo que movió a los organizadores de este esfuerzo fue la cooperación sobre una base mundial, la aceptación del mismo por la colectividad oceanográfica se debió, por lo menos en parte, a una necesidad económica. El apoyo que se prestaba a la oceanografía había sufrido fluctuaciones diversas y este programa internacional le brindaba una fórmula de salvación.

Los científicos convencieron a sus Ministros de Relaciones Exteriores de que apoyasen la creación de una Comisión Oceanográfica Intergubernamental, cosa que se hizo bajo el patronio de la UNESCO en 1960, nombrándose primer presidente de la misma a Anton Bruun, biólogo danés especializado en la fauna de las profundidades marinas.

Uno de los primeros pasos de la Comisión fue el de declararse abiertamente en contra de la adquisición de un barco internacional de estudios oceanográficos. Los oceanógrafos sabían lo que hacían; hoy en día, en vez de tener un solo barco dedicado a la investigación, cuentan con docenas y docenas que pertenecen a diferentes países. La Comisión les ofrece la posibilidad de combinar sus recursos, representados tanto por laboratorios continentales como por barcos.

Estos recursos no son monopolio de un solo país. Generalmente se admite que los Estados Unidos invierten en el mar más dinero que ningún otro país. Su presupuesto para el desarrollo tecnológico y científico marino aumenta considerablemente cada año: en 1966 fue de 33.4 millones de dólares, en

1967 fue de 409.1 y en 1968 de 447 millones. El presupuesto para el año fiscal de 1969 fue de 516 millones, o sea un aumento del 15 por ciento sobre el presupuesto anterior, pero aun así sólo representa el 3 por ciento de los 17.000 millones de dólares que el gobierno federal de los Estados Unidos gasta en investigación y desarrollo. En 1967 los Estados Unidos contaban con 125 barcos oceanográficos. En un informe enviado a Naciones Unidas, la Unión Soviética manifiesta por su parte que anualmente gasta 20.000 millones de dólares en oceanografía y que opera 110 barcos.

El interés que ha despertado el mar

## TRAMPAS PARA RESCATAR EL URANIO DEL MAR

Por espacio de siglos y siglos el agua ha lavado la tierra y depositado en los océanos todos los minerales conocidos por el hombre. Los científicos inventan actualmente nuevos métodos para explotar las minas del océano. Existen en el mar, por ejemplo, más de 4.000 millones de toneladas de uranio. En los dibujos que se ven abajo se explica el funcionamiento de una «trampa para uranio» gigante, a colocarse en la costa de Gales del Norte.



en el hombre, y las posibilidades inmensas de explotación que le brinda, han creado un ambiente que lo obliga a expresarse con palabras parecidas tanto en el sector oriental como en el sector occidental del planeta: «Se han descubierto más de 40 elementos químicos en la sal marina. Existen en el mar más de 10.000 millones de toneladas de oro, 4.000 millones de toneladas de uranio y 270.000 millones de toneladas de agua pesada, sin contar con que aquél contiene el 97 por ciento del agua de nuestro planeta. El océano almacena todos los minerales de la tierra. Si toda esta materia se recogiera y extendiera sobre la superficie de la tierra, formaría una capa de más de 200 metros de espesor.» Este párrafo pertenece a un artículo titulado «Los siete mares» y publicado por A. Grinevitch en «Yuni Technik» (Joven técnico), popular revista científica rusa dedicada a los jóvenes.

El mismo ejemplar contiene también artículos dedicados a los mares polares, a la caza de la ballena, a los barcos del año 2.000 y una nota de Jacques Cousteau que empieza diciéndole a su público: «El misterio es un desafío que no se puede resistir.» La diferencia principal entre la forma en que el Oriente y el Occidente interpretan el asunto radica en el alma rusa: Grinevitch habla de seis mares: el de la física, el de la biología, el de la geología, etc., y añade: «el del poeta».

**P**ara aprender algo más sobre la oceanografía soviética busqué a un viejo amigo, el doctor Konstantin N. Fedorov, físico oceanógrafo de Leningrado que trabajó para el Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de la Unión Soviética y ahora es jefe de la Oficina de Oceanografía de la UNESCO, así como secretario de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Nos reunimos en un restaurant vasco cerca de la UNESCO. No tuvimos necesidad de intérpretes, pues Fedorov habla el inglés con la misma facilidad que el ruso y el francés.

En el curso de la conversación Fedorov me dijo que pensaba que los esfuerzos soviéticos y norteamericanos en el campo de su especialidad estaban a la par, pese a haber partido en un principio de fuentes distintas: la necesidad práctica del pescador y el marinero en los Estados Unidos y la curiosidad científica en Rusia. «En los siglos dieciocho y diecinueve hubo intentos de estudiar el océano como parte de los esfuerzos exploratorios geográficos principales de Rusia. Los grandes exploradores-científicos rusos contaron siempre con el activo apoyo de la Academia de Ciencias. Pero desde que la fundó Pedro el Grande, ésta nunca llegó a convertirse en un club de pasivos académicos.»

El principal estímulo para los oceanógrafos rusos lo constituyó la explo-

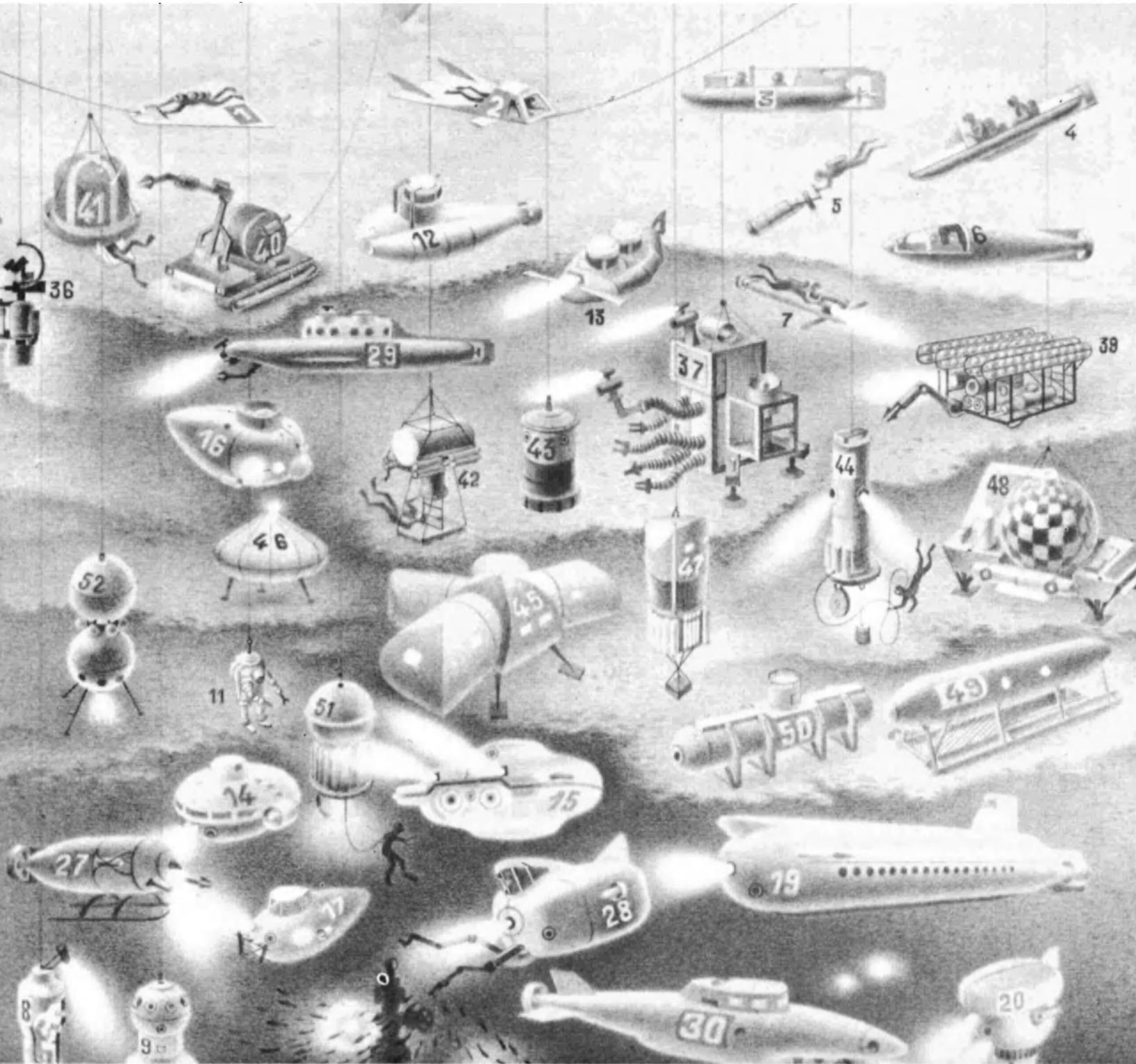
ración del Ártico. «Fuera de Rusia se conoce muy poco la dramática historia de los mares árticos, que constituyeron nuestra única ruta libre hacia el Pacífico, el Japón, las Aleutianas y Alaska, y nuestras fuentes principales de oro y pieles. A principios del siglo diecisiete, los exploradores rusos se aventuraban en verano hacia el oeste, a lo largo de la costa ártica. Este desplazamiento, que se realizaba por razones económicas, fue la base de nuestros presentes esfuerzos meteorológicos y oceanográficos en el Ártico. En la ruta norte Rusia cuenta con uno de los pocos servicios oceanográficos que existen en el mundo y que presta servicio a los barcos que se dirigen de Arcángel y Murmansk a Vladivostok.»

Fedorov se interesó por la oceanografía después de estudiar meteorología. En 1947 se graduó de observador meteorológico en un colegio técnico de su natal Leningrado. «Estos títulos, aunque responden a una gran especialización, se basan en una educación general muy amplia. Los colegios técnicos también ofrecían cursos de oceanografía física y descriptiva. Me interesaron y los escogí para poder guardarme.»

**L**a primera expedición en la que tomó parte Fedorov lo llevó a los mares de Barents y Báltico. Posteriormente trabajó en el Mar Negro y en el Océano Pacífico, y en 1959 fue el científico principal a bordo del «Akademik Vasilov» al hacer este barco su primera expedición científica por el Mediterráneo. Después de este viaje fue a Inglaterra a estudiar en la Universidad de Liverpool y en el Colegio Imperial de Ciencias y Tecnología de Londres con una beca de la Unesco.

Fedorov estuvo también a bordo de un barco americano, el «Atlantis II», durante la Expedición Internacional al Océano Índico, efectuada en 1965. Este crucero—su ideal de vacaciones fuera de París— le brindó la oportunidad de trabajar con Henry Stommel en el estudio de las diferencias de temperatura y salinidad a distancias muy pequeñas en profundidad, que son el nuevo campo de la micro-oceanografía. Fedorov conocía a Stommel por sus libros.

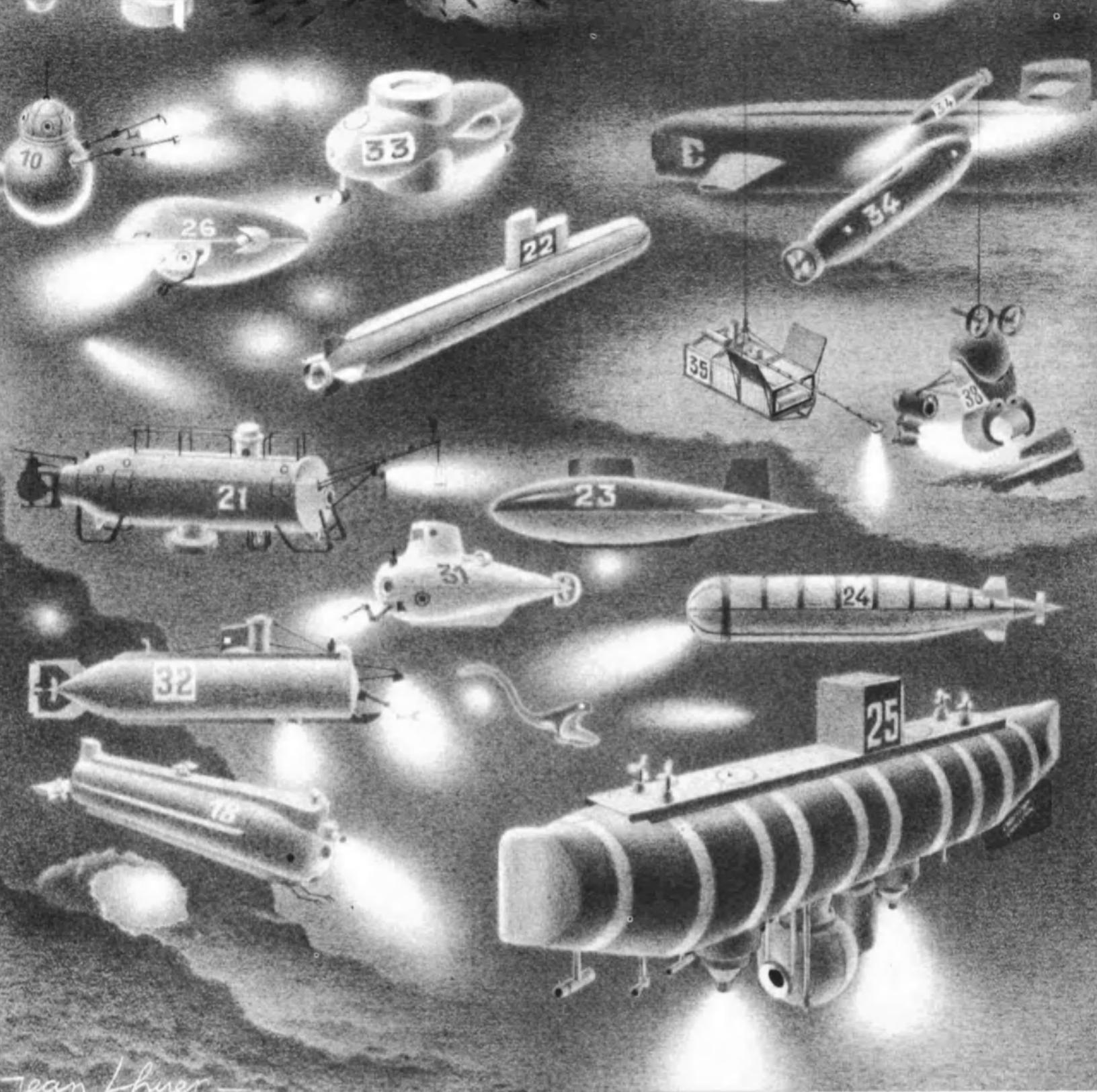
«Esos libros fueron los primeros trabajos científicos que leí en inglés. Prácticamente todo investigador oceanográfico en la Unión Soviética sabe esta lengua. Poco después me encontré con Stommel en Moscú en una reunión de nuestro grupo de asesores científicos de la Comisión. Es uno de los científicos de estatura profesional y grandes cualidades humanas como Lev Zenkevich, el padre de la biología marina en la Unión Soviética, Roger Revelle, Vsevolod Zenkevich, el geomorfologista, o Walter Munk. Conozco pocos como ellos.» Stommel y Fedorov publicaron juntamente un trabajo sobre su investigación.



## Vehículos para acuonautas

Para explorar las profundidades del océano —el todavía misterioso «espacio interior» de nuestro planeta— los científicos y los ingenieros han ideado y construido una formidable variedad de vehículos, desde hidrodulizadores submarinos hasta sumergibles de profundidad. En esta doble página mostramos una amplia selección de estas máquinas y aparatos novísimos dedicados a la investigación oceanográfica. Los vehículos han sido construidos por Bélgica, Francia, Italia, el Japón, el Reino Unido, los E.E. U.U., la URSS y Suiza. La profundidad máxima de operación de cada una de las máquinas submarinas que se muestra aquí está dada en metros.

1. Planeador de lona impermeable para buzo, 0.30 ms.
2. Deslizador subacuático, 0.30 ms.
- 3-4. Submarinos para dos hombres, 0.30 ms.
5. Propulsor GRS autónomo, 0.30 ms.
6. Máquina X, dos hombres, 0.30 ms.
7. Propulsor DSV para un solo hombre, 0.30 ms.
8. Torreta de observación rusa para un solo hombre, 600 ms.
9. Torreta de observación Galeazzi (un hombre), 600 ms.
10. Esfera de Barton con brazos de intervención, un hombre, 1.400 ms.
11. Escafandra pesada J. S. Peress, 200 ms.
12. Submarino norteamericano 600, 2 hombres, 200 ms.
13. Submarino norteamericano 300, 2 hombres, 100 ms.
14. Vehículo *Pisces* de observación con brazos mecánicos, 2 hombres, 1.500 ms.
15. Platillo de inmersión con brazos para tomar muestras, 2 hombres, 300 ms.
16. Vehículo de observación autónoma *Benthos IV*, 2 hombres, 200 ms.



Dibujo de Jean Lhuier, tomado de "Pétrole-Progress". Foto Friedlander

17. Vehículo de investigación *Star II*, 2 hombres, 200 ms.
18. Sumergible de profundidad *Aluminaut*, 5-6 hombres, 5.000 ms.
19. Mesoscafo *Piccard*, observación autónoma, 40 pasajeros, 800 ms.
20. Vehículo de observación autónoma *Deep Jeep*, 2 hombres, 600 ms.
21. Vehículo para estudios de pesquería *Kuroshivo II*, 4 hombres, 200 ms.
22. Vehículo de estudios acuáticos y oceanográficos *Dolphin*.
23. Vehículo de exploración *Deep Quest*, 4 hombres, 2.000 ms.
24. Vehículo de estudios a profundidad *Moray TV 1 A*, 2 hombres, 2.000 ms.
25. Batiscafo *Trieste I*, vehículo de estudios a profundidad y toma de muestras, 2 hombres, 12.000 ms.
26. Vehículo de estudios *Deep Star*, 3 hombres, 1.300 ms.
27. Sumergible *General Mills* (proyectado pero no construido aún).
28. Sumergible *Beaver* para entretenimiento de cabezas de pozos de petróleo submarinos, 2 hombres, 200 ms.
29. *Perry Cubmarine*, con brazos mecánicos, 2 hombres, 200 ms.
30. *Star III*, vehículo de observación (en proyecto), 2 hombres, 600 ms.
31. *Alvin*, primer submarino científico operacional, 2 hombres, 2.000 ms.
32. *Yomuri*, vehículo de estudios para pesquerías con manipuladores, 6 hombres, 300 ms.
33. Vehículo *DOWB* para estudios y maniobras en el fondo del océano, 2 hombres, 2.000 ms.
34. Vehículo nuclear *DSSP* para salvamento de submarinos, 1.000 ms.
35. Aparato para fotografías submarinas, robot de observación remolcado, 1.500 ms.
36. *Robot* para perforación de petróleo: oye, ve, nada, da vuelta tuercas y maneja herramientas, 100 ms.
37. *Unamo*, robot de actividades múltiples con propulsores auxiliares, 100 ms.
38. *Solaris*, robot para localizar y rescatar objetos, 1.500 ms.
39. *Télienaut*, robot con mando por cable y brazos mecánicos, 1.000 ms.
40. GMI-RUM, vehículo con gobierno por cable para recoger muestras del lecho del mar, 3.000 ms.
- 41-42. Campanas inflables para buzos: *Sea Igloo* (50 ms.); *SPID* (100 ms.).
- 43-44. Campanas de buzo *Galeazzi* y *Sea Diver*, equipadas con esclusa neumática y bases para buzos, 150 ms.
45. *Étoile de Mer (Pré-continent 2)* base para buzos en el fondo del mar.
46. Garage para un platillo de inmersión (*Pré-continent 2*), 15-30 ms.
47. Cabina de profundidad (*Pré-continent 2*), 2 hombres, 30-50 ms.
- 48, 49, 50. Bases en el fondo del mar para buzos: *Pré-continent 3* (60 ms.) *Sealab I* y *II* (60-80 ms.).
- 51-52. Campanas de buzo *Ocean System* y *Purísima*, con esclusa neumática, 150 ms.



Foto © Biblioteca Nacional, París

Según la leyenda, Alejandro Magno, en el siglo III antes de J.C., bajó al fondo del mar en un barril de vidrio «para ver qué había allí y desafiar a la ballena» (la ilustración de abajo está tomada de un manuscrito del siglo XV). Leonardo da Vinci proyectó submarinos y escafandras, y se dice que llegó también a bajar al fondo del mar en una campana de buzo. Arriba, una de estas campanas inventadas en el siglo XVII y que llevaba como lastre una enorme bola de plomo. El agua penetraba en la campana hasta llegar a igualar la presión del aire.

Fedorov no vio diferencia alguna entre el «Atlantis II» y los barcos soviéticos en lo que se refiere a la organización del trabajo en el mar y espíritu con que se lo llevaba a cabo. «Tanto en los barcos norteamericanos como en los soviéticos son muchos los miembros de la tripulación que toman parte voluntariamente en observaciones de tipo científico, como seguir la conducta de los pájaros o atrapar peces en la superficie del agua. Cuando uno de nuestros barcos está fondeado por la noche, los marineros bajan una lámpara al agua y cogen peces. Lo hacen por deporte, naturalmente, pero no se comen la presa, sino que se la dan a los científicos para sus colecciones. Creo que en nuestros barcos tenemos, como tiene el «Atlantis II», el tipo de marinero que no se hace a la mar únicamente por la paga.»

Hice luego a Fedorov una pregunta que está a menudo en los labios de todos: ¿por qué son tan grandes los barcos de estudio soviéticos? El más grande de todos es el veterano «Ob», de 12.000 toneladas; pero hay otros más nuevos de hasta 6.000, o sea tres veces el tamaño del «Atlantis II». «Hay diversas razones para ello» me dijo. «Los límites de la URSS son tan vastos que nuestros barcos no pueden estar viniendo continuamente a los puertos del país, y por otra parte no resulta económico pagar por los suministros necesarios en puertos extranjeros; el combustible, por ejemplo, es mucho más barato en los nuestros. Por eso los viajes tienen que ser largos. Un barco grande ofrece más comodidades para el grupo de científicos y una vida cultural más interesante tanto para éstos como para la tripulación.»

Fedorov confirmó lo que había oído decir a varios visitantes norteamericanos, sorprendidos, al llegar a la Unión Soviética, por la tremenda insistencia en el detalle con que se em-



Foto © Roger Violette

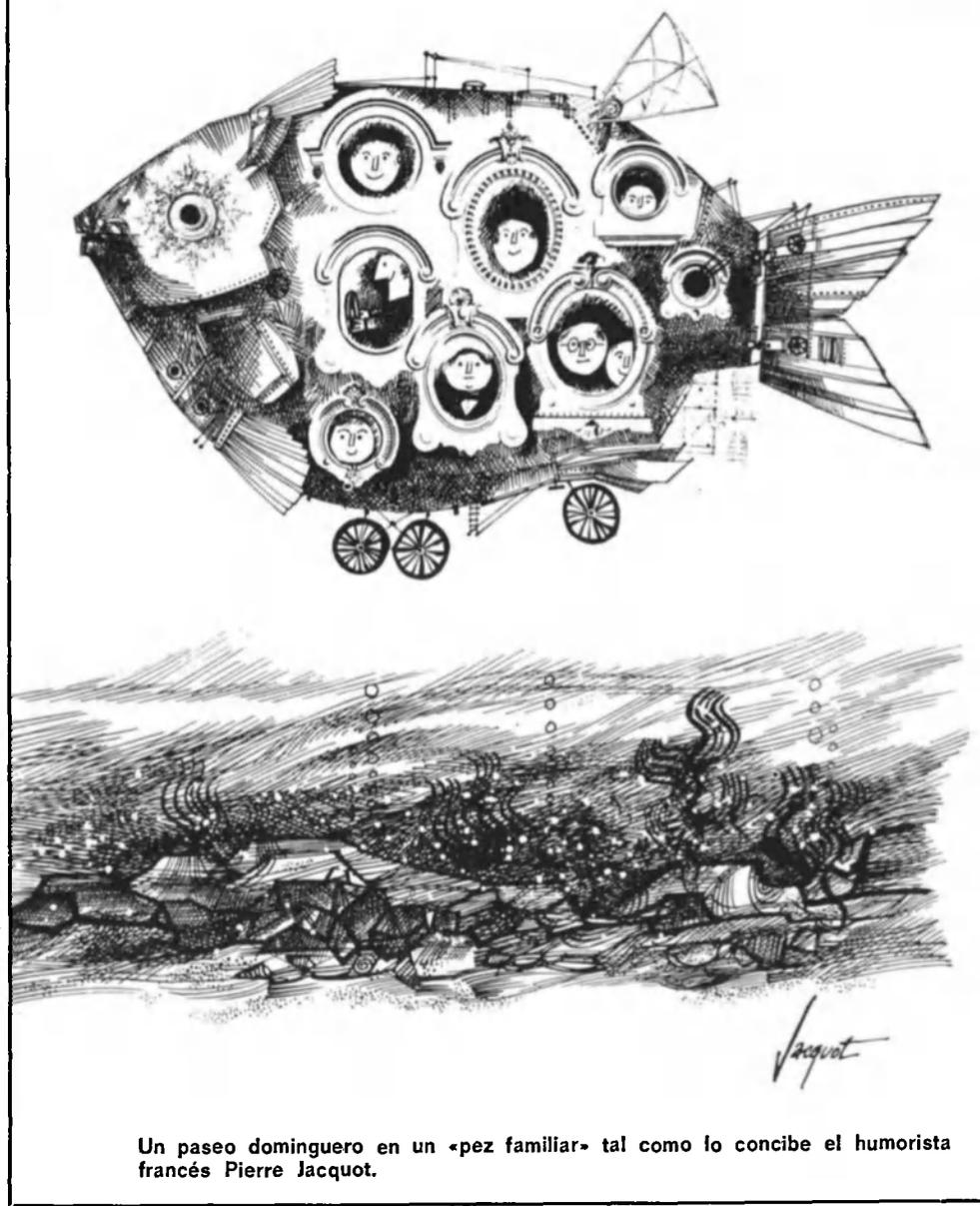
prendía cualquier trabajo oceanográfico. «Somos extraordinariamente exigentes en los trabajos científicos. Cuando nos dedicamos a observar algún fenómeno, traemos con nosotros no sólo grandes científicos, sino un grupo de gente que puede darle un buen sacudón a un estudiante si no pone cuidado en lo que hace. No hay más remedio que proceder así desde el punto de vista de la metodología. Cuando uno tiene que ver con un medio que cambia constantemente hay que ajustarse a normas rígidas de observación, porque si no las mediciones cambiarán todavía más que el medio.»

La ciencia marina en la Unión Soviética, explicó el entrevistado, descansa en tres instituciones principales: la Academia de Ciencias, responsable por los estudios fundamentales que se hagan en los océanos del mundo; el Instituto de Pesquerías y Oceanografía, y el Servicio Hidrometeorológico, que proporciona a los interesados pronósticos para la pesca y la navegación. Coordina las tareas de las tres instituciones un Comité Estatal de Ciencia y Técnica, dependiente del Consejo Soviético de Ministros. Fedorov, que nunca pierde oportunidad de marcar un punto favorable para él en el largo y generalmente amistoso debate que venimos sosteniendo desde hace años, me recordó que la Unión Soviética trajo el estudio del océano al tapete de las cuestiones nacionales ya en 1921, año en que Lenin dictó un decreto por el que se creaba un «Instituto Flotante de Ciencias del Mar» a bordo de un barco de estudios, el «Perseus», fondeado en Murmansk.

Luego de la Unión Soviética y de los Estados Unidos de América, las sumas que se destinan a oceanografía en otros países son mucho menores, pero no por ello disminuye la calidad. El «Discovery» de Gran Bretaña, el «Meteor» de la República Federal de Alemania, el «Jean Charcot» de Francia están, punto por punto, completamente a la par de los barcos norteamericanos y soviéticos, y sus laboratorios al mismo nivel de los de éstos. A diferencia de la exploración del espacio —un deporte para países ricos— a la oceanografía pueden jugar los que tienen una situación simplemente desahogada.

La cantidad total que Gran Bretaña gasta en investigaciones oceanográficas es menos de ocho millones de dólares al año, y los fondos los proporciona un Consejo de Estudios del Ambiente Natural, que asimismo costea las actividades de conservación y de biología marina así como las exploraciones antárticas.

El Instituto Nacional de Oceanografía, con sede en Wormley, en el condado inglés de Surrey, tiene que funcionar con un presupuesto anual de \$1.800.000 dólares en el que hay que incluir el funcionamiento del «Discovery», barco de 2.800 toneladas. En el laboratorio del instituto no hay casi adornos; las oficinas están esparta-



Un paseo dominguero en un «pez familiar» tal como lo concibe el humorista francés Pierre Jacquot.

namente amuebladas; pero no se escatiman gastos para el barco, que está equipado como un pequeño transatlántico siguiendo la teoría de que los científicos trabajan más y mejor si viven con todas las comodidades.

Los oceanógrafos británicos que he conocido ponían cara de tragedia al recordar las cubiertas revestidas de acero de los barcos norteamericanos y el suplicio de bajar a desayunar sin haber tomado antes una primera taza de té que el «steward» le baja a uno tempranito, con el mejor de los humores, a su camarote. El tamaño del «Discovery» y sus comodidades se consideran una economía; el barco puede trabajar en el Atlántico Norte durante todo el invierno, y ya se sabe que nada cuesta más que un barco fondeado en el puerto.»

La República Federal de Alemania se halla, en este sentido, en un plano muy similar al de Gran Bretaña. El Ministerio de Estudios Científicos sufraga los gastos del «Meteor», un magnífico barco de 2.740 toneladas que costó 4 millones de dólares y está dotado de una docena de laboratorios para trabajar en todas las ramas de la oceanografía. La Sociedad Alemana de Investigaciones le permitió realizar

un crucero en que se estudió de manera notable tanto la geología como los habitantes de las montañas marinas en el noreste del Atlántico, particularmente los de un pico llamado «Gran Meteor» que se eleva desde una profundidad de 4.600 ms. hasta a 275 ms. de la superficie del agua. Esta montaña se había descubierto ya en 1938 en un crucero del primer «Meteor».

Capitaneó la excursión más reciente otro internacionalista de los estudios marinos, el Profesor Günter Dietrich, director del Instituto de Oceanografía de la Universidad de Kiel. En 1967, Dietrich resultó electo presidente de la Asociación Internacional de Ciencias Físicas del Océano, y ahora llena su barco de científicos extranjeros (en el crucero dedicado a las montañas submarinas había dieciséis procedentes de Francia, Gran Bretaña, Noruega, Portugal y España).

En cierta ocasión, Günter Dietrich manifestó a un redactor de la revista «Science»: «Al encontrarnos en 1945 en la hora cero de nuestra existencia, un capitán de la Marina Británica vino a nuestro país como supervisor de oceanografía; y no vino en conquistador, a desparramar a los oceanógrafos en todas direcciones, sino que les

## El Mediterráneo, lugar ideal para estudios polares

dio oportunidad de trabajar en Hamburgo y en Kiel. La oceanografía revivió en Alemania gracias a este hombre, el Dr. J.N.C. Carruthers, del Instituto Británico de Oceanografía.»

Un estudio del gobierno francés revela que hay 500 especialistas trabajando en esta materia en no menos de 100 laboratorios. La estadística trasunta el brillante individualismo que caracteriza la actuación de los franceses. Aunque su país dedica solamente 26 millones de dólares al año a todas las formas de la ciencia marina, sus especialistas están presentes en todas partes: en los ensayos que el hombre hace para vivir en el fondo del mar, en las mediciones de la marea en aguas profundas, en los estudios biológicos que se realizan en el más hondo de los océanos con el batiscafo «Archimède», o en el uso de islas flotantes tripuladas.

**P**ara armonizar todos estos esfuerzos, meritorios aunque probablemente un tanto desorganizados, el Gobierno francés ha creado un Centro Nacional para la Explotación del Océano que se encarga del «Jean Charcot», barco nuevo de 2.200 toneladas, e instala un gran laboratorio oceanográfico en Brest. Los primeros problemas a los que este laboratorio dedicará sus estudios son el perfeccionamiento de concentrados de proteínas del mar para añadir a los alimentos, el acuocultivo, el trazado de mapas de la plataforma continental, las técnicas de inmersión profunda, la prevención y cura de la contaminación del agua y los estudios de la acción recíproca de aire y mar.

Este Centro Nacional francés ha firmado contrato con el de Estudios Marinos Avanzados que dirige Cousteau en Marsella para la creación de un nuevo «platillo de inmersión», capaz de llevar a un piloto y dos científicos a 3.000 metros de profundidad. También se halla en construcción —con la colaboración del Instituto Francés del Petróleo— un submarino de 230 toneladas que es en realidad un barco-casa para buzos que los hace independientes de un barco fondeado en la superficie y libres de los peligros del mal tiempo.

Una nueva isla flotante francesa reemplazará a la primera versión, lanzada al agua en 1963 como una casa que descansa sobre 65 ms. de cañerías, 48 de las cuales están debajo de la línea de flotación (no es posible, una vez que se la ha bajado al agua, hacerle cambiar su posición vertical ni aun cuando se la lleve a remolque). Esta isla flotante ha estado anclada, la mayor parte del tiempo en que se la ha puesto en actividad, entre

Niza y Córcega, donde se ha mantenido hasta dos años de un tirón. El principal «arrendatario» ha sido el Profesor Henri Lacombe con su laboratorio. Los miembros del personal de que se sirve y que generalmente trabajan en el Museo de Historia Natural de París se turnan para vivir y trabajar en la boya, verdadera estación de datos oceanográficos.

El Profesor Lacombe inició en Francia el primer curso moderno de oceanografía física en 1948, y ahora sus colaboradores tratan de correlacionar lo que ocurre en el mar con los datos que a menos de 130 kilómetros de allí recogen los meteorólogos sobre lo que ocurre en la atmósfera.

«Esa es la ventaja de trabajar en el Mediterráneo sobre la acción recíproca de aire y mar» dice Lacombe. Una red de estaciones situadas en tierra puede registrarla siempre.» Pero para estudiar también estos procesos en una escala menor está haciéndose un océano de muestra que tiene 40 ms. de largo, 3 de ancho y 90 cms. de profundidad y al que se agregará un túnel de viento. El Profesor Alexandre Favre, que dirige en Marsella el Instituto de Mecánica Estadística de las Turbulencias, está a cargo de este trabajo.

Lacombe considera el Mediterráneo entero como un océano en miniatura donde poder estudiar los procesos que le interesan de una manera más fácil y accesible que en el Atlántico o el Pacífico. Junto con su asistente en la dirección, el Dr. Paul Tchernia, el Profesor Lacombe dio los toques finales a la solución de un antiguo enigma: el de por qué no se desborda el Mediterráneo, pese a la impetuosa corriente que entra en el Atlántico desde el estrecho de Gibraltar.

Se sabía hacia tiempo de la existencia de una corriente submarina que iba en sentido opuesto por el estrecho, y los submarinos italianos aprovecharon de ella durante la segunda guerra mundial para salir silenciosamente al Atlántico sin que los detectaran los puestos de escucha británicos; pero el caudal de agua que entra en el Mediterráneo y el que sale de él no se conocían con exactitud. Recurriendo a mediciones efectuadas por barcos de cinco nacionalidades en un estudio del estrecho que duró un mes, Lacombe y Tchernia sacaron en conclusión que todos los años entran en el Mediterráneo desde el Atlántico cerca de 31.600 kilómetros cúbicos de agua, y que la corriente submarina lleva hacia afuera sólo 30.000. El sol del Mediterráneo evapora el 5 por ciento restante.

Pese al sol, Lacombe encuentra que este mar es un lugar ideal para estudiar la formación de aguas profundas

en condiciones «polares» que normalmente sólo se dan en la Antártida o fuera del casquete glaciar de Groenlandia. En un invierno europeo realmente frío el Mediterráneo reacciona, fuera de la Costa Azul, casi como el Mar del Labrador: el agua de la superficie, helada por el viento, se va haciendo más densa a medida que se enfría, luego se hunde y mezcla con el agua de más abajo, contribuyendo a la formación de más agua en el fondo del mar.

Lo que ocurre luego tiene importancia no solamente para los oceanógrafos físicos sino también para los que estudian la contaminación marina y quieren saber la suerte que corren los desechos peligrosos sepultados en las profundidades del océano, por ejemplo. Los movimientos del agua del fondo sufren la influencia de las capas sedimentarias del fondo del mar, otro rasgo que el Mediterráneo presenta en abundancia para que lo examinen los expertos.

Lacombe me habló del estudio del proceso de formación de aguas profundas en el Mediterráneo noroccidental, estudio que espera llevar a cabo con la participación de barcos norteamericanos, británicos y franceses. En el curso del mismo se efectuarán observaciones muy detalladas para seguir, por medio de técnicas nuevas, rasgos menores de la temperatura o características de salinidad y tratar de comprender el proceso por el cual se producen.

**L**acombe prestó servicios, de 1965 a 1967, como Presidente de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Pese a su actividad en el terreno docente y en el de la investigación, todavía encuentra tiempo para los problemas internacionales. Esto constituye una especie de acto de fe. Dijo en cierta ocasión el profesor: «¿Podrá el hombre ver la unidad del océano como una imagen de lo necesaria que se hace la unidad de esfuerzos, el arte que tengan las naciones para compartir su capacidad de descubrimiento y explorar primero y explorar después una zona que, en lo intrínseco, es casi completamente internacional y está abierta a todos; abierta a la esperanza pero también a las ambiciones particulares?»

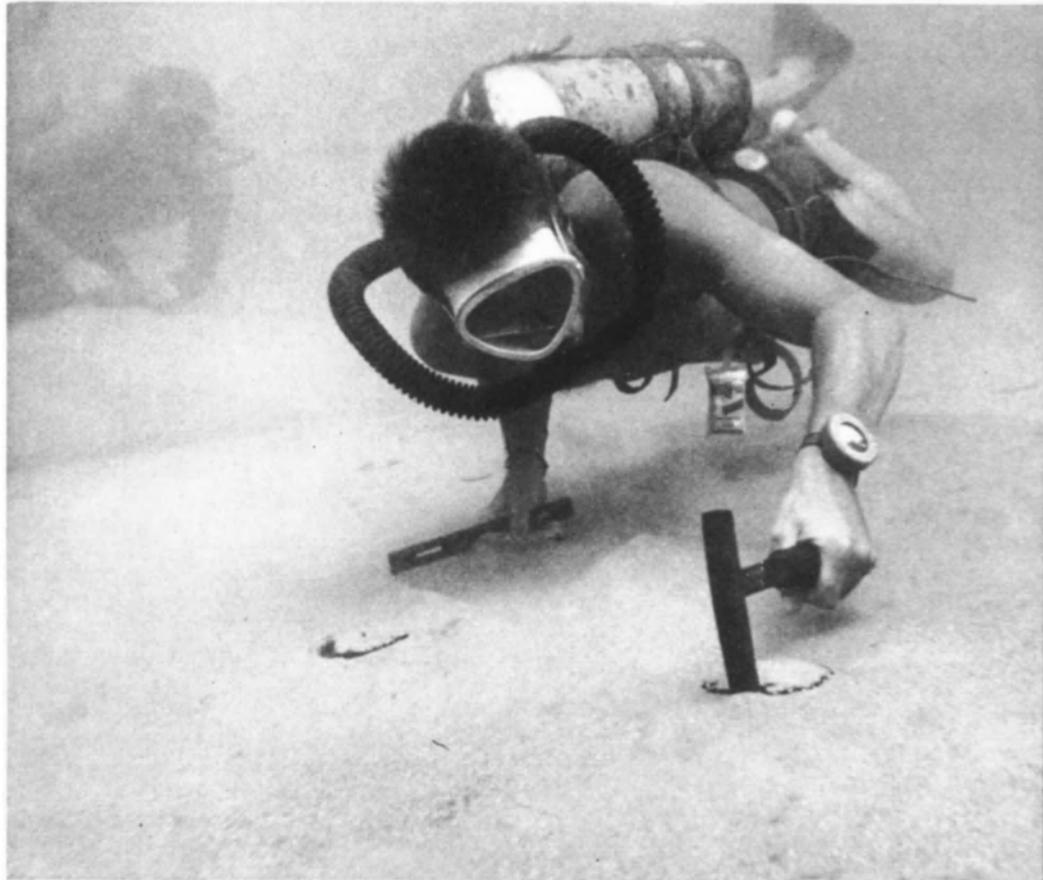
Como Presidente de esa Comisión Oceanográfica, Lacombe tuvo que ocuparse de cuestiones legales. La condición legal de las boyas que andan a la deriva o están ancladas en medio del océano es una de ellas, y otra es la libertad de investigación y estudio, que según sienten muchos, sufrió un revés al aprobarse la Convención sobre la Plataforma Continental. Se-

gún los términos de ésta, el país que tenga una de estas plataformas debe dar permiso para que se hagan estudios allí, y los científicos protestan diciendo que puede llevar más tiempo obtener un permiso que llevar a cabo el trabajo en sí. Lacombe ve perfilarse dos puntos de vista bien definidos: los norteamericanos y los británicos prefieren estudiar una cuestión caso por caso antes de tratar de establecer reglamentaciones; los soviéticos, y hasta cierto punto los franceses y los países latinos, quieren estudiar todos los aspectos de esa cuestión a un tiempo y redactar inmediatamente una convención.»

**L**a Comisión cuenta con sesenta Estados miembros, pero no tiene presupuesto propio, ni sede ni Secretariado. Las disposiciones administrativas las toma la Unesco, que contrata los servicios necesarios invirtiendo para ello entre 50.000 y 80.000 dólares anuales, contra la suma de entre 10 y 20 millones de dólares que los Estados Miembros de la Comisión han destinado a las expediciones cooperativas internacionales. La más reciente de éstas es la dedicada al estudio del Kuroshivo (que en japonés quiere decir «agua negra»), un equivalente de la Corriente del Golfo por lo que respecta al Pacífico occidental. En esta expedición han participado ocho países y treinta y seis barcos, correspondiendo la contribución mayor al Japón. En 1963 y 1964 el mismo número de países, utilizando esa vez trece barcos, llevaron a cabo una investigación cooperativa internacional del Atlántico tropical.

El mayor esfuerzo aislado de la Comisión fue sin duda la Expedición Internacional al Océano Indico, que de 1959 a 1965 lanzó una flota de cuarenta barcos de estudio puestos bajo catorce banderas, mientras otros nueve países más colaboraban en las operaciones llevadas a cabo en tierra.

La cooperación científica en alta mar se está concentrando ahora sobre las zonas que pueden explorarse más intensamente. Los estudios que lleve a cabo ahora la Comisión Oceanográfica Intergubernamental tendrán por objeto el Caribe y el Mediterráneo, dos mares que se han explorado ya, pero que hay que comprender mejor. Un rasgo estimulante de ambas empresas es la oportunidad que dan a los países más pequeños de participar en los estudios de oceanografía. La investigación del Caribe la propusieron los Países Bajos, y la del Mediterráneo una a países del norte de África y del Cercano Oriente por medio de una serie de disposiciones que les permiten hacer estudios de orden científico en las mismas aguas.



La foto de arriba muestra a un geólogo submarino recogiendo muestras del lecho del mar para buscar fósiles que indiquen la presencia de petróleo. Algún día el hombre explotará el cobalto, cobre y níquel que se encuentran en el fondo del mar, usando para ello enormes aspiradoras que absorban los minerales y los lleven a los barcos anclados en la superficie, o removedores de tierra submarinos que empujen el mineral a grúas también submarinas para descargarlo en los barcos.