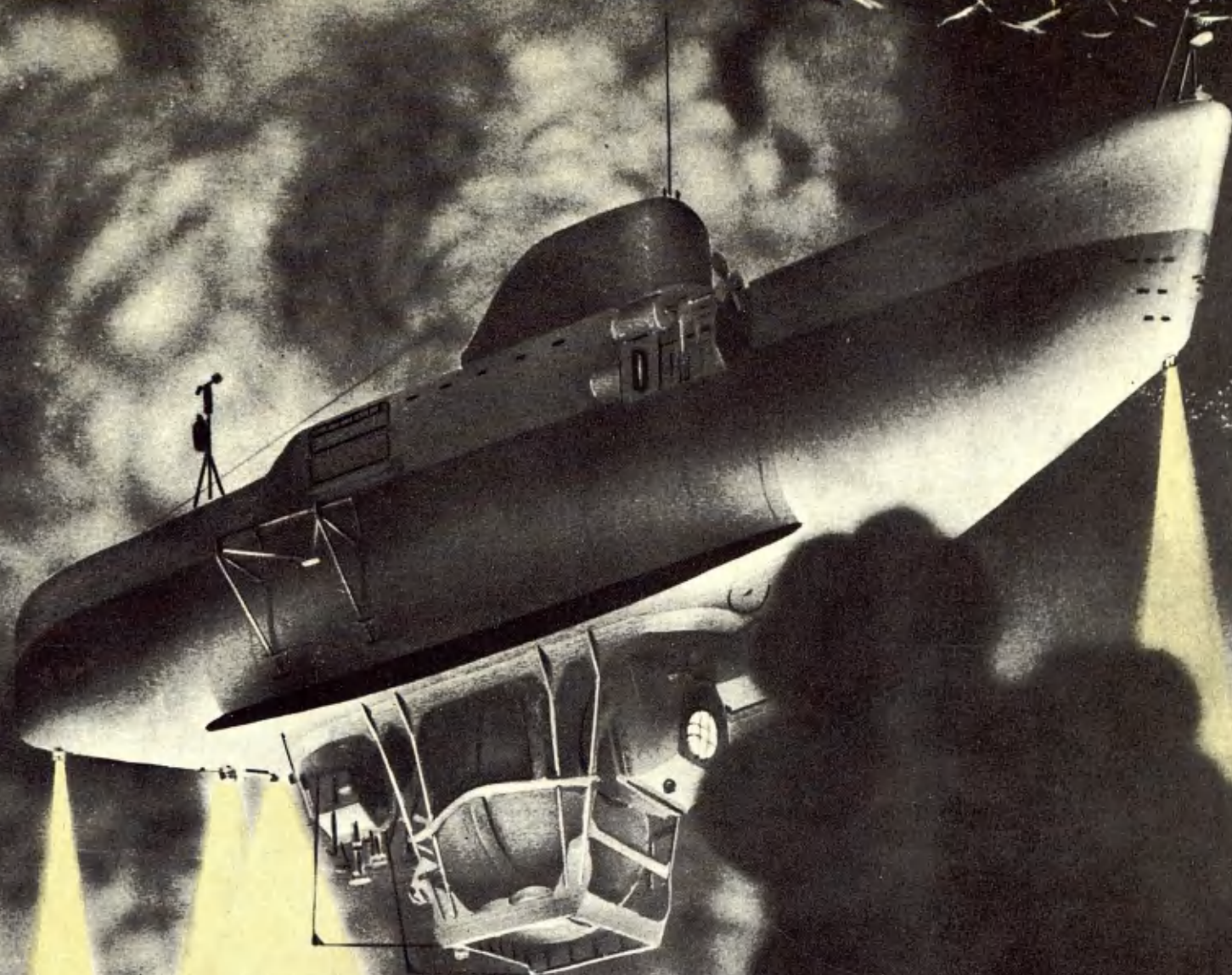




UNA VENTANA ABIERTA SOBRE EL MUNDO


El Correo



**EL HOMBRE
SONDEA LOS
MISTERIOS
DEL MAR**

**JULIO-AGOSTO
1960
(Año XIII)**

Argentina : 16 pesos
España : 18 pesetas
Francia : 1,40 NF.



LOS TIGRES DEL MAR. En el mercado de Singapur, un tiburón gigantesco es despedazado a fin de extraerle el hígado, rico en vitamina A. Se conocen más de 150 especies de tiburones, de los cuales el más feroz es el gran tiburón blanco de los trópicos, que mide hasta 12 metros.

© Pierre Pittet, Ginebra



Sumario

Nº 7-8



NUESTRA PORTADA

Semejante a un navío del espacio que se posara sobre un mundo desconocido, el FRNS3, batiscafo de la marina francesa, explora los abismos oceánicos. En uno de sus descensos al « cañón de Tolón », en el sur de Francia, estuvo a punto de ser sumergido por una avalancha de arena. Los vehículos de exploración submarina suelen atravesar zonas donde pulula la vida marina: billones de minúsculos organismos que semejan la Vía Láctea, y densos bancos de camarones, tal como puede apreciarse en la fotografía.

Rolf Klep © National Geographic Society, U.S.A.

Páginas

- 5 EL MAR Y SUS PROMESAS**
por Athelstan Spilhaus
- 18 ¿ SURCARÁ LOS MARES UN BARCO DE LA UNESCO ?**
por Augusto Pérez-Vitoria
- 19 EL OCÉANO ÍNDICO DESCONOCIDO**
- 20 EN LO MÁS HONDO DE LA NOCHE LÍQUIDA**
por Anton F. Bruun
- 25 EN EL REINO DE LOS PECES-TRÍPODES**
por Pierre de Latil
- 28 A LA CONQUISTA DEL ANTI-EVEREST**
por Jacques-Ives Cousteau
- 36 ¡ PELIGRO ! ; MAREMOTO A 800 KM.P.H. !**
por Bernard Saint-Guily
- 37 LAS OLAS, MISTERIOSAS BAILARINAS DEL MAR**
por Ritchie Calder
- 38 DE LOS TÉMPANOS A LOS TRÓPICOS**
por L. Zenkevich y A. Laktonov
- 40 LA GRAN AVENTURA CONTINÚA**
por Henri Rotschi
- 49 EL TIEMPO Y EL MAR**
por Peter B. Collins
- 51 LOS HOMBRES DE CIENCIA NECESITAN BARCOS**
por H.F.P. Herdman
- 54 LAS JOYAS DE NEPTUNO**
- 56 MÁS PESCADO EN LA MESA DEL MUNDO**
por Donovan Bartley Finn
- 63 ÁTOMOS EN EL MAR**
por George W.C. Tait

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

Redacción y Administración
Unesco, Place de Fontenoy, Paris 7°

Director y Jefe de Redacción
Sandy Koffler

Redactores
Español : Jorge Carrera Andrade
Francés : Alexandre Leventis
Inglés : Ronald Fenton
Ruso : Veniamín Matchavariani

Composición gráfica
Robert Jacquemin

*La correspondencia debe dirigirse
al Director de la revista.*

Venta y Distribución
Unesco, Place de Fontenoy, Paris 7°



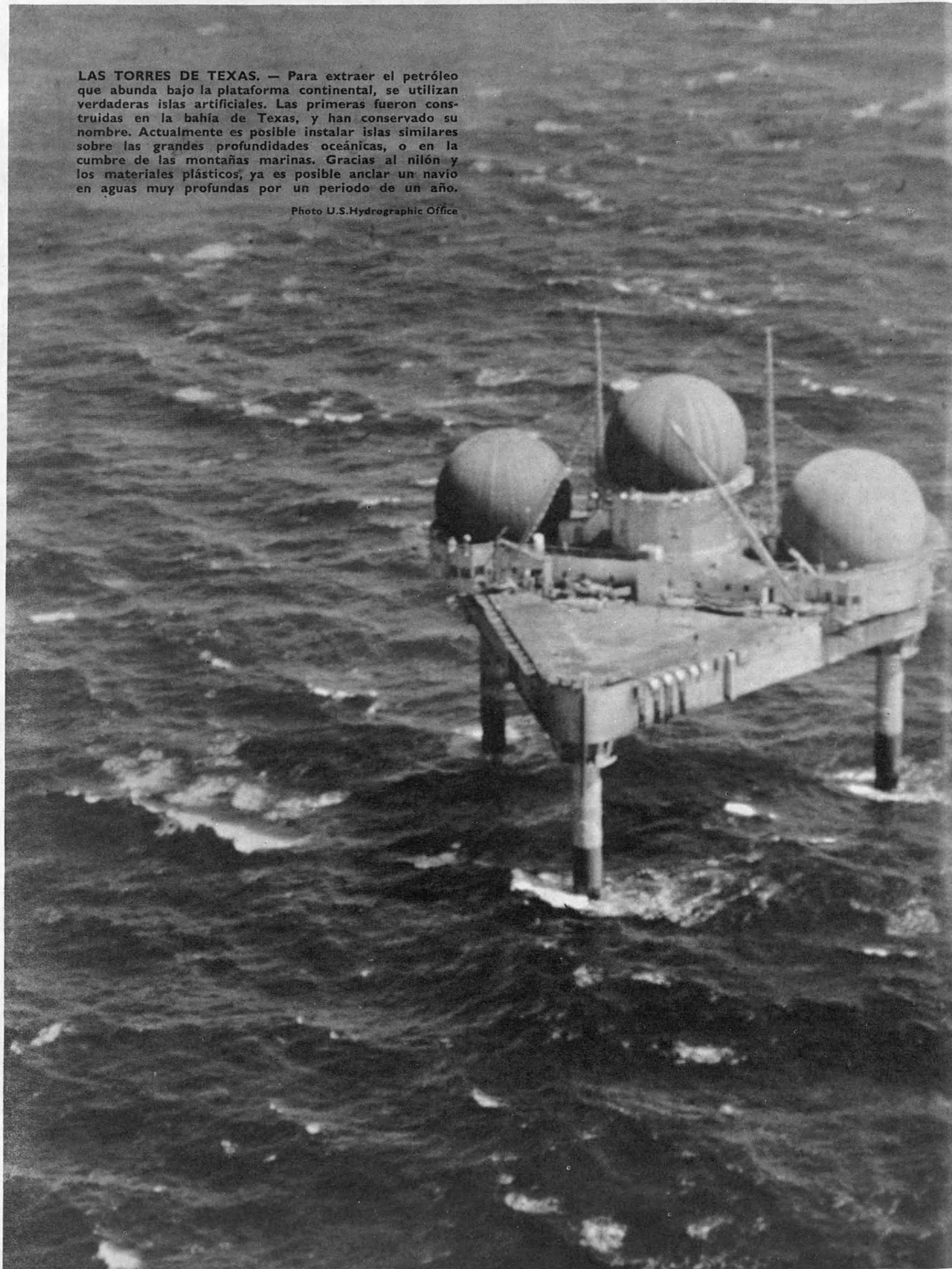
Los artículos y fotografías de este número que llevan el signo © (copyright) no pueden ser reproducidos. Todos los demás textos e ilustraciones pueden reproducirse, siempre que se mencione su origen de la siguiente manera : "De EL CORREO DE LA UNESCO", y se agregue su fecha de publicación. Al reproducir los artículos deberá constar el nombre del autor. Por lo que respecta a las fotografías reproducibles, serán facilitadas por la Redacción toda vez que se las solicite por escrito. Una vez utilizados estos materiales, deberán enviarse a la Redacción dos ejemplares del periódico o revista que los publique. Los artículos firmados expresan la opinión de sus autores y no representan forzosamente el punto de vista de la Unesco o de los editores de la revista.

Tarifa de suscripción anual \$ 3.00 ; 7 nuevos francos.
Número suelto : \$ 0,30. — 0,70 nuevos francos o su equivalente en moneda nacional.

MC 60.I.149 E

LAS TORRES DE TEXAS. — Para extraer el petróleo que abunda bajo la plataforma continental, se utilizan verdaderas islas artificiales. Las primeras fueron construidas en la bahía de Texas, y han conservado su nombre. Actualmente es posible instalar islas similares sobre las grandes profundidades oceánicas, o en la cumbre de las montañas marinas. Gracias al nilón y los materiales plásticos, ya es posible anclar un navío en aguas muy profundas por un periodo de un año.

Photo U.S. Hydrographic Office



EL MAR Y SUS PROMESAS

por Athelstan Spilhaus

Para conocer la Tierra, el sol, los planetas del sistema al que pertenecemos, y el espacio a través del cual se mueven, debemos considerarlos como integrantes de una unidad. El nacimiento de la Tierra fue parte del origen de nuestra galaxia, y para seguir la evolución de la Tierra y de la vida que surgió en ella, hay que tener en cuenta todos los factores, desde el ardiente núcleo en fusión y las capas de materiales blandos, hasta la corteza superficial sobre la cual vivimos, los océanos que nos circundan, el aire que respiramos y aun el espacio cósmico. A través de este espacio nos llega la luminosidad solar de la que se deriva la energía de todos nuestros combustibles (excepto los nucleares) y de nuestros alimentos, que son el combustible de la vida vegetal y animal. A través del espacio llegan rayos cósmicos de enorme energía, que al bombardear las sustancias terrestres producen isótopos radiactivos que pueden ser interpretados científicamente a la manera de «calendarios», con los cuales llegamos a conocer el orden en que se produjeron las etapas de la evolución de la Tierra.

Puesto que vivimos sobre las capas sólidas de la Tierra, conocemos ese sector del planeta mejor que cualquier otro. Ahora bien, la edad de la Tierra es una fracción mensurable de la edad de la galaxia a la que pertenecemos, y por eso el estudio de su historia es como una síntesis de la del universo. ¡Pero tres cuartas partes de ese tema de estudio están bajo las aguas!

Las regiones profundas del planeta, que en muchos aspectos son más importantes, más desconocidas y por lo menos tan interesantes como el espacio exterior, se encuentran cubiertas por las aguas oceánicas que ocultan gran parte de los vestigios históricos subyacentes. El agua no nos deja ver la forma de los fondos del mar, dificulta el descenso y la perforación de sus suelos, y cubre sedimentos fosilíferos cuyas capas constituyen las páginas de la historia de la Tierra. Sin instrumentos, no podemos ver a través de las enormes masas de agua que forman los océanos, ni podemos explorarlas sin buques especiales. Pero, además, el mundo del mar es vital para la humanidad. En efecto, nuestro problema más urgente es la alimentación de la población mundial, que se multiplica rápidamente, y, para hacer frente a esa necesidad, tenemos que estudiar los recursos marinos.

En un esfuerzo por comprender la Tierra, el sol y el espacio, volvámonos pues hacia el mar.

Athelstan Spilhaus es Decano del Instituto de Tecnología de la Universidad de Minnesota, miembro del comité directivo de la Woods Hole Oceanographic Institution, y miembro del Comité Oceanográfico de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América. Formó parte del Consejo Ejecutivo de la Unesco, de 1954 a 1958.

"EL MAR, EL MAR, QUE RECOMIENZA SIEMPRE..."

Sobre una superficie global de 510 millones de kilómetros cuadrados, el agua salada cubre un total de 361, o sea el 70,8%, dejando a los continentes un modesto 29,2%. ¡El planeta que llamamos Tierra debería llamarse en realidad Océano! Contrariamente a lo que se pensó durante mucho tiempo, el fondo del océano no es liso. El 76% está a una profundidad de 3.000 a 6.000 metros, y presenta las mismas características del relieve terrestre, con la diferencia de que la falta de erosión ha conservado la forma primitiva de las montañas y cordilleras submarinas; lo único que se ha modificado son las partes huecas, donde se van acumulando los sedimentos. El agua marina es una solución, y contiene prácticamente todos los elementos naturales conocidos que figuran en la clasificación de Mendeleiev. Dado el enorme volumen de sus aguas, el océano sigue siendo la mayor reserva de minerales de nuestro planeta. La vida, que nació en el seno de las aguas hace casi dos mil millones de años, ha conservado una predilección marcada por ese medio: ¡300.000 especies de animales pueblan los mares, distribuidos tanto en las aguas litorales poco profundas como en las fosas más hondas del Pacífico! El océano cuenta asimismo con 250.000 kilómetros de costas, un mundo petrificado que las olas renuevan y transforman sin cesar, a veces para bien del hombre en la medida en que le ofrecen nuevos campos de actividad, a veces para su mal cuando la erosión destruye las obras portuarias y los tajamares. Inmensa masa líquida ininterrumpida desde el polo al ecuador, el océano, opone tanto al frío polar como al calor tropical, su inercia térmica que sirve para regular los climas y devolver a las regiones frías una parte del calor absorbido en las bajas latitudes. El océano, que recibe de los grandes ríos un caudal de 13 millones de km³ por hora, lo restituye en un ciclo perpetuo a la atmósfera, que lo lleva en forma de nubes movidas por los vientos hasta condensarlo y volcarlo en las regiones más distantes, como lluvia o nieve, savia de la tierra nacida del emocionante diálogo entre el sol y el mar.

© Feiton Design Studio, Washington



1

EL LABORATORIO DEL UNIVERSO

Hace cuatro billones y medio de años la Tierra, recién nacida, era una esfera ardiente, agitada por turbulencias interiores y exteriores. No existían masas continentales bien definidas ni depresiones marcadas en su superficie. No existía agua ni atmósfera como las que conocemos, y por lo tanto no había vida. ¿Cómo se efectuó la distribución de las elevaciones continentales y las depresiones oceánicas? Las cuencas marinas, ¿se llenaron gradualmente, o siempre tuvieron su nivel actual? ¿Cómo se produjo la actual composición atmosférica? ¿Cómo empezó la vida en los océanos, la cadena evolutiva que habría de culminar en la abundante vida vegetal y animal de nuestros días?

Tales son las primeras preguntas de la historia natural de nuestro planeta, donde los océanos desempeñan un papel preponderante. En épocas remotísimas, nació en ellos la vida. Aún hoy suministran la humedad atmosférica, nos proveen de lluvia vivificante, entibian nuestros climas y poseen un potencial desconocido, casi inexplorado, de alimentos y minerales necesarios al hombre. Con el incremento de la población terrestre, los recursos de

los continentes no bastan para hacer frente a las necesidades humanas; para mantener nuestra vida, originada en el mar, tenemos que volvernos una vez más hacia él.

La ciencia, en contra de la creencia popular, no da respuestas definitivas. Cada pregunta suscita otras nuevas; « sabemos que no sabemos » muchas cosas acerca de nuestro planeta y de su origen.

No nos quejamos de ello, pues de otra manera menguaría el material necesario para satisfacer la curiosidad del hombre. Las teorías científicas proponen soluciones, pero la naturaleza le plantea continuamente nuevos problemas, y así sucesivamente...

Cuando la Tierra empezó a formarse no era tan compacta como hoy en día, sino que gradualmente se contrajo hasta alcanzar su tamaño y grado de solidez actuales. El difuso protoplaneta del cual surgió, puede haber tenido cien veces más material, que integrado por gases ligeros y sometido a violentas reacciones, escapó al espacio. Sólo después de este periodo comienza nuestro archivo geológico, y estimamos la edad de la Tierra desde esa época. La edad del universo se calcula observando la velocidad con que las estrellas se van distanciando unas de otras.

Al alejarse, su luz cambia a la máxima longitud de onda (el rojo), así como el silbato de un tren va bajando de tono al alejarse. Partiendo de este alejamiento de las estrellas podemos calcular el tiempo transcurrido desde la época en que estaban más próximas entre sí.

Un observador marciano no podría observar en detalle el trazado de nuestras costas. Sin embargo, le llamaría la atención la curiosa asimetría del planeta, donde el agua aparece como la imagen de las tierras en un espejo. Distinguiría cuatro continentes, la forma dominante de tres zonas terrestres en forma de pétalos que se extienden desde el hemisferio norte —las Américas, Europa-Africa y Asia-Australasia— y sus extremos que señalan, aunque sin tocarlo, el cuarto continente, la Antártida. Diametralmente opuestos a esas tierras vería los océanos correspondientes: el Ártico, opuesto al continente antártico; el Pacífico, opuesto a Europa-Africa; el Índico, opuesto a las Américas, y el Atlántico, opuesto a Asia-Australasia. También los vería en forma de pétalos que, comenzando en el hemisferio sur, dirigen sus extremos puntiagudos hacia el océano Ártico.

La formación de los continentes y las cuencas oceánicas ha sido explicada por un lento fenómeno de convección, es decir, por el ascenso de la materia candente y la inmersión de la materia relativamente fría, en enormes «anillos» formados por materias semiplásticas situadas bajo la corteza terrestre. Los continentes se habrían formado allí donde dos de esos «anillos» gigantes se tocaban y las oleadas de materia convergían hacia sus bordes cada vez más levantados. A su vez, las cuencas oceánicas se habrían formado en el centro de los anillos, donde la convergencia de la materia hacia los bordes iba dejando un hueco. Ello significaría que a lo largo de las eras geológicas, los continentes fueron creciendo mientras las cuencas oceánicas se profundizaban. Midiendo la alteración de las sustancias radiactivas, que se van convirtiendo en sustancias estables (método que permite calcular en cuatro billones y medio de años la edad de la Tierra) vemos que las rocas más antiguas se encuentran generalmente en el centro de los continentes, lo que confirma la idea del crecimiento progresivo en los bordes, y de que las cuencas oceánicas son más «jóvenes» que las masas continentales.

Las olas acunaron la primera vida

Los resultados de este lento proceso fueron cuatro continentes y cuatro grandes océanos: cuatro regiones donde los anillos de material plástico caliente convergieron y formaron las capas superficiales de los continentes, y cuatro centros donde la corriente de dispersión de la materia socavó las depresiones oceánicas. Esta simple hipótesis puede ser el comienzo de una explicación de la curiosa oposición que se advierte en la distribución de nuestras tierras y nuestros mares.

Una de las preguntas por resolver es si el agua y la atmósfera se formaron antes de la consolidación geológica del globo, o si fueron naciendo lentamente a través del tiempo. En favor del crecimiento lento de los océanos está el hecho de que el flujo de agua procedente de manantiales volcánicos es aún más que suficiente para haber llenado los océanos a lo largo de las eras geológicas. En dilatadas zonas del Océano Pacífico hay atolones de coral y montañas marinas cuyas cimas achatadas están muy por debajo del nivel marino actual. Esto sólo puede haber acontecido por un ahondamiento del fondo oceánico sobre el cual se proyectan, ya sea debido a una convección interna o por el aumento del volumen de agua en las cuencas oceánicas, y más probablemente por ambas causas a la vez. Parte de ese ahondamiento parece haberse efectuado en los últimos cien millones de años, y quizá una cuarta parte del volumen de todos los océanos ha sido como exprimida y proyectada hacia afuera por las presiones internas determinadas por ese ahondamiento. Si la actividad interna que ocasiona este aumento de agua continúa, en los próximos cien millones de años el planeta quedará cubierto por las aguas.

Para explicar la vida en el mar tenemos que comprender su origen, su evolución, y la relación total del ciclo que va de la luz solar y los elementos «nutrientes» a las plantas, de ellas a los animales herbívoros, de éstos a los carnívoros, para regresar otra vez a las sustancias nutrientes por obra de las bacterias.

También debemos comprender la relación existente entre la vida marina y las aves y animales terrestres, incluyendo al más predatorio de ellos... el hombre.

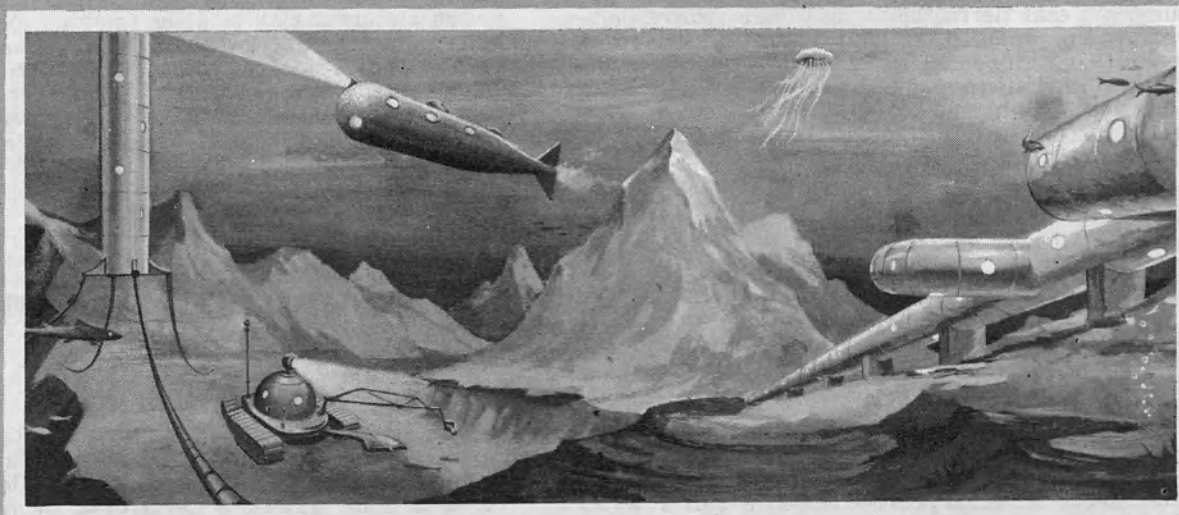
La vida comenzó en los océanos y continuó en ellos mucho antes de que existiera en el aire o en la tierra. Todas las grandes formas de la vida terrestre encuentran en los océanos sus primeros antecesores. Pero como el océano desempeña en la vida la misma función que en nuestros climas, es decir, el efecto de un volante regulador que impide los cambios demasiado rápidos o marcados, el desarrollo de nuevas especies no ha sido en él tan intenso como en la tierra, y más lenta su proporción evolutiva. La vida ha existido en el agua del mar mucho antes que en cualquier otra parte, y los océanos son mucho más grandes que las tierras firmes; sin embargo, sólo un veinte por ciento de las especies actualmente vivas se encuentran en ellos. La proporción evolutiva es más rápida en la tierra, pues las especies deben adaptarse a condiciones mucho más variadas y rigurosas. Los estímulos del sexo, el hambre y la sed determinan una gran variedad, y la naturaleza selecciona las formas más aptas. Por ejemplo, la evolución ha llegado a producir una rata del desierto que puede subsistir con una dieta tan seca que ningún otro animal resistiría, y un pez africano con pulmones, capaz de mantenerse vivo durante mucho tiempo en el fango seco.

El tiempo se detuvo en los abismos

En los lugares que alternativamente quedan inundados o en seco, tales como el litoral donde el mar se encuentra con la tierra y las mareas sumergen o exponen las playas al calor ardiente o al frío intenso, la lucha por la existencia ha producido las mayores concentraciones de diversos medios de vida. Es de suponer que la evolución se hace más lenta a medida que aumenta la profundidad, pues las condiciones cada vez más uniformes no incitan a la selección y las bajas temperaturas retardan las reacciones químicas. Es cierto que el océano protege sus vidas de los rayos cósmicos, capaces de producir mutaciones, pero es probable que la radiación cósmica no sea impor-

tante si se la compara con el grado de mutación natural producido por la agitación térmica de la materia. Por ello encontramos fósiles vivientes, formas de vida que no han cambiado durante millones de años, como los coelocantos que constituyen quizá el eslabón entre los peces y los vertebrados terrestres, o el molusco *Hutchinsoniella*, que vive en el fango de Long Island (en los umbrales de la más moderna ciudad del mundo!) y constituye el vínculo entre los antiguos trilobites fósiles y los cangrejos. A medida que se descubran nuevos sistemas para observar y recoger la fauna oceánica, encontraremos otras formas que no han cambiado a través de los tiempos, y que constituyen las ramas inferiores del árbol de la evolución.

2 CONQUISTA DE UN MUNDO FABULOSO



© Felton Design Studio

LA VIDA EN EL FONDO DEL MAR, ¿será algún día tal como nos lo deja entrever este dibujo de anticipación? En el inmenso tubo vertical en forma de cigarro que aparece a la izquierda, los hombres podrán estudiar reacciones físicas y biológicas del mundo submarino, jamás observadas hasta ahora. La construcción de la derecha permitiría una observación permanente del fondo marino. Entre tanto, monstruosos aparatos como el que vemos a la izquierda y abajo, coronado por una esfera y provisto de brazos, pinzas y aspiradores, dragaría los sedimentos y recogería muestras de la fauna abisal. Sobre él vemos pasar un extraño cohete-batiscafo imaginario, propulsado a reacción.

Los océanos fueron siempre representados como un mundo aterrador. Los primeros mapas mostraban las tierras rodeadas por un anillo de mares impenetrables. Pero el conocimiento disipa el miedo, y cuando los conocimos lo bastante, los océanos nos ayudarán a contribuir a la amistad mundial. Para que lleguen a ser las grandes vías del comercio y el intercambio internacionales, necesitamos cartas batimétricas que muestren el perfil de sus fondos, las elevaciones y valles, crestas y surcos, y la naturaleza de esos fondos, de la que depende su capacidad de reflejar las ondas sonoras. La cresta submarina que atraviesa el Atlántico y que es probablemente la mayor cordillera de la Tierra, se diferencia quizá mucho de las montañas continentales, pues nunca ha sufrido un proceso de erosión tan intenso como éstas. Así como Maury trazó las cartas de las corrientes superficiales y de sus fondos, los Maury modernos harán levantamientos de la velocidad y dirección de las corrientes en todas las profundidades oceánicas. Hace poco se han localizado corrientes submarinas equivalentes a mil ríos como el Mississippi, y que se desplazan por debajo de enormes corrientes superficiales, como la Corriente del Golfo y sus equivalentes en otros océanos. Así como encontramos diferencias gravimétricas en las tierras, debido a la presencia de montañas, valles y praderas constituidos por materiales diferentes, así también difiere la gravedad en los océanos, y las cartas de sus variaciones y de las variaciones de los campos magnéticos de la Tierra, constituirán en el futuro un valioso auxilio para los navegantes.

Los aviones que vuelan sobre tierra firme no emplean casi los métodos de orientación tradicionales. Para los vuelos ordinarios siguen rutas señaladas por ondas de radio, verdaderas redes de caminos invisibles que les permiten llegar a destino sin la menor desviación. Contamos asimismo con el radar, que sitúa la posición de los aviones a fin de evitar choques o descubrir la presencia de eventuales intrusos. No hemos de esperar mucho tiempo para contar con una red equivalente en el mar: «faros» submarinos, en decir ondas sonoras que guiarán a los buques que navegan en la superficie. Llegará a tenderse así una gigantesca tela de araña submarina que, al igual que los radares en tierra firme, servirá para marcar el derrotero de los submarinos amigos y revelar la presencia de los posibles enemigos.

Con ayuda de los instrumentos y naves de que disponemos, hay que penetrar poco a poco en los misterios del océano. Pero lo mejor es descender a las profundidades y estudiarlas directamente. No hay duda de que los instrumentos científicos prolongan el alcance de nuestros sentidos, así como los vehículos prolongan el aparato locomotor del hombre. Sólo gracias a instrumentos como el telescopio podemos conocer algo del espacio que se abre sobre nuestras cabezas, al que todavía no hemos podido llegar personalmente. En forma análoga, los instrumentos colocados al extremo de larguísimo cables nos permiten conocer mejor el fondo del océano, al que todavía nos es imposible bajar en persona. Los instrumentos, además, son más sensibles que nuestros propios sentidos. Gracias a ellos se puede determinar el conjunto del espectro elec-

tromagnético, desde las ondas de mayor longitud hasta las más cortas, las ondas gamma y los rayos X, lo cual excede en mucho el estrecho sector captado por nuestros ojos. Otros instrumentos nos permiten percibir vibraciones por encima o debajo de las frecuencias que alcanzan nuestros oídos, y medir presiones imperceptibles o insostenibles para los sentidos. Los ojos son de poca utilidad allí donde no hay mucho que ver, como ocurre en el espacio abierto. Por eso el hombre se convierte en el operador de instrumentos capaces de recoger informaciones útiles, y mañana será el conductor de la astronave que le permitirá desembarcar en otro planeta.

No obstante, recordemos que toda información recogida por los instrumentos llega al cerebro humano a través de sus sentidos. Y por eso, en las regiones inexploradas donde todo está por verse, nada puede reemplazar la presencia personal del hombre, sus ojos y oídos captando las informaciones y permitiéndole trazar sus planes de exploración y de conocimiento. El océano es una de esas regiones que hay que explorar.

Hace muy poco tiempo que la ciencia ha permitido al hombre iniciar la exploración directa de las profundidades. Hasta ese momento nuestro conocimiento de ellas dependía de lo que pudiera recoger una red lanzada desde la superficie, como un ciego que cazara mariposas.

Dado que nos existían medios que nos permitieran descender al fondo del mar, nos limitábamos a perfeccionar

los instrumentos destinados a medir las características abisales. Pero en la actualidad los batiscafos, verdaderos globos de pasajeros destinados a bajar a las zonas abisales, han descendido a más de 10 kilómetros de profundidad, y el buceo con máscaras de oxígeno permite estudiar la abundante fauna que prolifera en las regiones costeras poco profundas. En los próximos años asistiremos al perfeccionamiento de nuevos vehículos que nos permitirán sumergirnos llevando los instrumentos más recientes para la investigación.

Dispondremos así de diferentes clases de batiscafos. Algunos de ellos descenderán a unos 4.000 metros, y explorarán un tercio de las profundidades oceánicas; otros se sumergirán a 6.000 metros, y cubrirán así el 95 % de las profundidades marinas; por último, contaremos con batiscafos extraordinariamente resistentes, como el que batió hace poco el record de profundidad (Piccard y Walsh). Estos vehículos, capaces de soportar las presiones de las trincheras oceánicas más profundas (siete toneladas por pulgada cuadrada), bajarán a más de diez kilómetros de profundidad, y sus investigaciones cubrirán el 5 % restante del fondo del océano.

Esos vehículos destinados a recorrer los fondos marinos serán como las langostas, es decir que podrán ascender o descender, moverse horizontalmente, y desplazarse en todas direcciones. Tendrán brazos mecánicos, como garras, accionados por el tripulante encerrado en una cabina



Foto de Conrad Limbaugh, Universidad de California, Scripps Institution of Oceanography

"SALTOS DE ARENA" en el fondo del mar, equivalentes a los saltos de agua en la tierra. El que aquí vemos en el cañón submarino del cabo San Lucas, en la baja California, se debe a las corrientes marinas, que arrastran la arena hasta las profundas gargantas.

hermética y a prueba de presión. El observador verá más allá de sus propios ojos, gracias a un circuito de televisión cuyos captadores de imágenes estarán instalados en el extremo de una mano mecánica.

Dispondrá así de mayores recursos que los de sus propios sentidos, puesto que podrá orientar la cámara en cualquier dirección, y las imágenes se reproducirán en una pantalla en el interior de la cabina. Si ve una roca interesante, una garra a manera de mano podrá golpear con un martillo de geólogo y extraer una muestra. Si ve un pez, podrá capturarlo con una red. Si observa pequeñas crestas y sedimentos, podrá fotografiarlos y medirlos. Dirigido por un investigador experimentado, el batiscafo recogerá un número de informaciones infinitamente mayor que cualquier instrumento enviado desde la superficie.

Cuando descendamos a esas grandes profundidades, tendremos que protegernos contra la enorme presión exterior mediante una cabina hermética que mantenga la presión normal de 1,033 kilos por centímetro cuadrado. Los animales adaptados a la oscuridad abisal y a la presión de una masa de agua de 11.000 metros de altura, mueren cuando son capturados por redes y subidos a la superficie, ya que no pueden resistir el cambio de presión.

Pero con ayuda del batiscafo se los apresará y colocará en recipientes que los mantendrán a su presión, temperatura y oscuridad normales, a fin de sacarlos vivos a

la superficie para ser estudiados luego en acuarios especialmente destinados a reproducir las condiciones físicas que les son propias y en las cuales podrán reproducirse.

Esos pequeños batiscafos para aguas profundas serán lanzados y recobrados por buques madres. El buque estará en la superficie, pero más tarde veremos submarinos de aguas profundas que harán las veces de buque madre para pequeños batiscafos exploradores, que saldrán en busca de datos y retornarán luego a su base.

Estos nuevos medios, permitirán un conocimiento global de la fauna y la flora oceánicas. Aún no contamos con ellos, ni tampoco disponemos de acuarios lo bastante grandes como para observar las inter-reacciones de los conjuntos biológicos oceánicos. Pero un día tendremos enormes «oceanarios», donde aprenderemos por qué ciertos peces efectúan migraciones verticales u horizontales, cómo se orientan para navegar, cómo los animales que viven a diez kilómetros de profundidad generan su propia luz y soportan enormes presiones.

Estamos en vísperas de contar con todos los instrumentos y materiales necesarios para esas investigaciones. No sé si optaremos por recoger muestras oceánicas y colocarlas en tanques plásticos situados en tierra firme, donde podamos controlar la temperatura, la presión, los elementos nutritivos y demás factores de la vida marina, o si construiremos «casas» plásticas en el fondo del mar, donde podamos observar los organismos en su propio medio. Probablemente haremos ambas cosas.

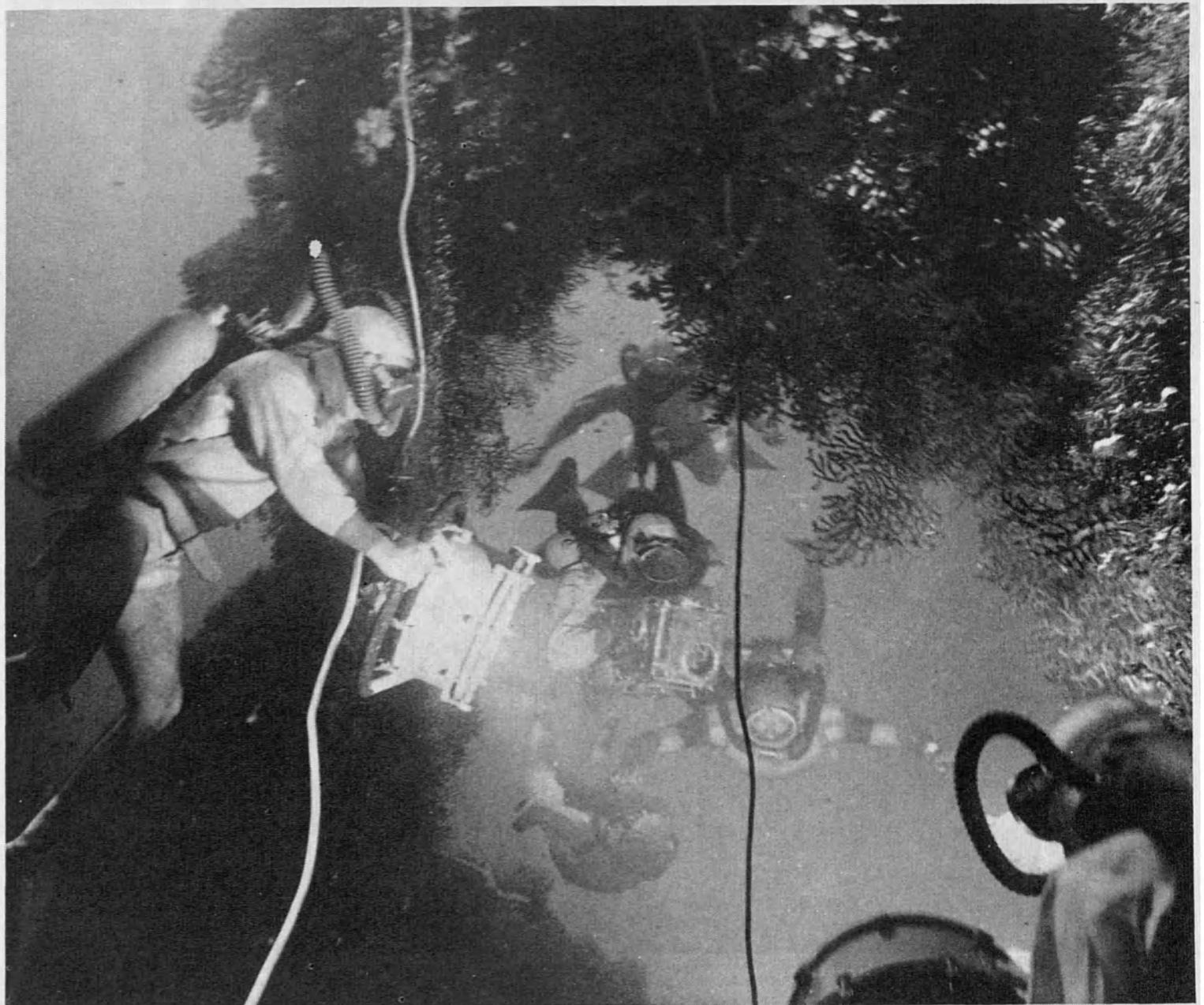


Foto O.F.R.S. © Les Requins Associés, Paris

UN ESTUDIO FOTOGRÁFICO... a 30 metros de profundidad. Este despliegue técnico es posible gracias al perfeccionamiento de las cámaras, del equipo eléctrico, y de las escafandras autónomas.

3 NUEVOS VIGÍAS DEL MUNDO MARINO

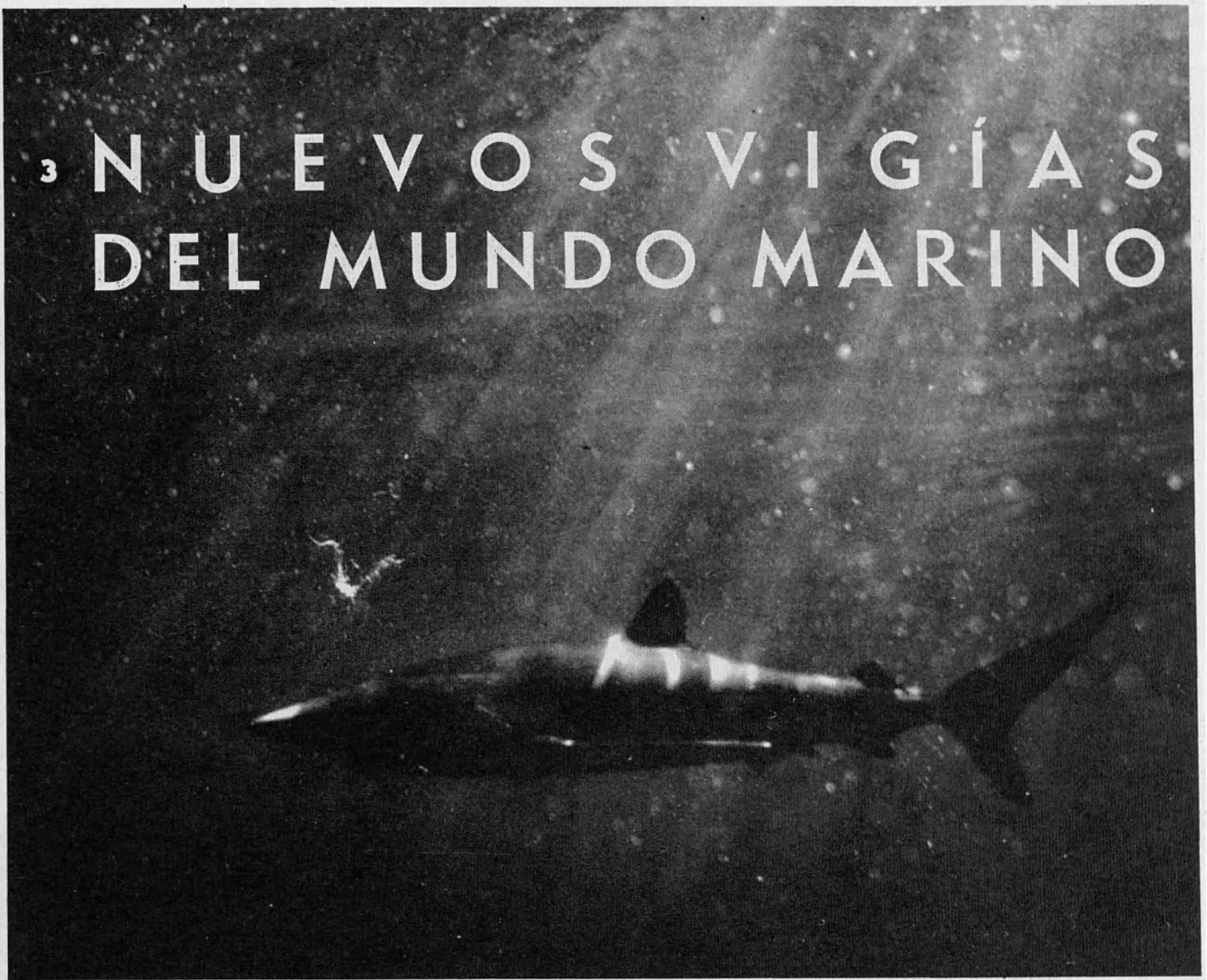


Foto © Les Requins Associés, Paris

A

l estudiar nuestro planeta necesitamos conocer la distribución geográfica de su estructura física y biológica. Pero también hay que saber cómo las cosas van cambiando con el tiempo, aunque no cambien de lugar. En la tierra podemos estudiar la reacción de animales y plantas ante el cambio de las estaciones en un sitio determinado. Podemos relacionar el comportamiento de los animales y la reacción de las plantas con la evolución de las condiciones atmosféricas, registradas por instrumentos en un tiempo y lugar determinados.

Pero hasta ahora nadie ha anclado un barco en el océano y efectuado una serie de mediciones, excepto en raras circunstancias y por muy escasos días. Sin embargo, las mediciones de los cambios de temperatura, salinidad, corrientes, luminosidad, ligadas a observaciones biológicas sobre las variaciones del plancton y de los bancos de peces en una situación fija durante un largo período, constituirían una verdadera revelación científica.

Estimulados por la búsqueda del petróleo bajo la plataforma continental, ya hemos construido islas artificiales, «torres de Texas», que penetran en el mar y se apoyan en la plataforma continental. Podrían ser éstas las primeras estaciones marítimas, dado que cabría edificar islas artificiales de ese género sobre los fondos oceánicos poco profundos o apoyándolas en la cima de las montañas marinas que rozan la superficie del agua.

Cuando se trata de aguas muy profundas, habría que anclar un barco durante un período de un año. En la

actualidad no es difícil anclar a miles de brazas de profundidad, ya que podemos utilizar cables flotantes de anclaje. En otros tiempos, el principal problema del anclaje en aguas profundas no era que la fuerza del oleaje y la marejada sobre el barco pudiesen romper el cable, sino que el considerable peso de este último terminaba por romperlo. Los cables actuales, contruidos con nilón y otras materias plásticas que tienen la misma densidad que el agua marina, son livianos y permiten anclar incluso en las zonas más profundas del mar.

En el porvenir podrán utilizarse tubos flotantes verticales, de cientos de metros de largo y en forma de cigarro, que serán más pesados en la parte inferior y sobresaldrán algunos metros del nivel del agua. Estos tubos serán más ventajosos que un barco, pues podrán amarrarse en cualquier lugar.

En esta alta boya flotante de tipo tubular, los hombres vigilarán y registrarán reacciones físicas y biológicas jamás observadas hasta ahora. En un principio se utilizarán flotadores submarinos a los que se sujetarán esas boyas, y en un porvenir no muy lejano habrá estaciones permanentes de ese género en todos los océanos. No sólo ayudarán al mejor conocimiento del mar sino que servirán de faros y de refugios de urgencia para marinos y pescadores.

Junto con esas boyas ancladas habrá otras que flotarán lentamente a la deriva, arrastradas por las corrientes. Por cada boya con tripulación, tanto fija como a la deriva, habrá muchas otras situadas en la superficie, a media profundidad o en aguas profundas, que enviarán datos

registrados automáticamente por sus instrumentos a las estaciones tripuladas, que las retransmitirán por radio a los grandes centros de recopilación y análisis de datos, tanto terrestres como marinos.

Sin embargo, esas redes de boyas en la superficie o en las profundidades del mar no podrán sustituir a los barcos oceanográficos de superficie. Al contrario, aumentarán su necesidad ya que habrá que aprovisionar las boyas, ocuparse de ellas y recoger sus datos. También se utilizarán aviones para recibir la información relativa a los océanos. Desde un avión a gran velocidad pueden apreciarse claramente las corrientes marinas y la acción de los vientos, la delimitación entre las diversas aguas, y las concentraciones de vida marina. Las boyas submarinas podrán retransmitir sus datos desde las grandes profundidades, primero por ondas sonoras hasta la superficie y, seguidamente, por radio a un avión capaz de recoger información de varias boyas al mismo tiempo y conseguir una perspectiva a vuelo de pájaro.

Además, los aviones pueden dejar caer instrumentos de medida que, según vayan adentrándose en las aguas profundas, transmitirán datos sobre las diferentes capas

que atraviesen. Llegaremos a ver grandes «barcos cancheros» que podrán hacer descender batiscafos y enviar helicópteros que recojan la totalidad de los datos que necesitamos acerca del mar.

No sólo estos navíos especiales para investigaciones oceanográficas, sino también los transatlánticos y los barcos pesqueros, podrán equiparse con instrumentos de registro continuo que, sin obstaculizar sus tareas normales, permitan comprobar la temperatura, la salinidad, la abundancia de plancton vegetal y animal, así como la fauna marina.

Sólo por esos medios podremos llegar a trazar una carta mundial de los inmensos océanos, que fije la relación entre las condiciones físicas y la distribución de la vida. Este mapa nos hará comprender las complicadas relaciones que luego permitirán establecer previsiones útiles para las pesquerías, los viajes oceánicos, las comunicaciones submarinas y muchos otros fines. Todo ello nos proporcionará la red de observaciones oceánicas y atmosféricas que se necesitan para la actual predicción numérica del tiempo y para las calculadoras electrónicas que tendremos en el porvenir.

4 TOMÁNDOLE EL PULSO AL MAR



Aunque con frecuencia el meteorólogo es objeto de risas y de burlas, no hay duda de que las previsiones atmosféricas, incluso en su estado actual, permiten salvar cantidades incalculables de vidas y de dinero. La utilidad e importancia de las previsiones oceanográficas irán en aumento a medida que la humanidad se vuelva más y más hacia el mar. El océano y la atmósfera están ligados entre sí, y cada uno influye en el otro; por eso el perfeccionamiento de las previsiones oceanográficas y de las informaciones sobre las características del mar, mejorará las predicciones atmosféricas; por ejemplo, si se puede pronosticar la fuerza de los vientos en el mar, mejorarán las predicciones del oleaje, la resaca y el mar de fondo.

El pronóstico exacto de esos factores reducirá la duración de las travesías oceánicas, aumentará el bienestar de los pasajeros, disminuirá los gastos de mantenimiento y reparación de los barcos, y economizará vidas humanas al evitar las pérdidas de navíos. Conociendo la fuerza y otras características de un viento podremos predecir la altura de las olas con que tropezarán los barcos.

El fenómeno que podemos prever con más exactitud es el de las pulsaciones del mar, es decir, las mareas altas y bajas. La teoría básica de las mareas sólo se aplica a las partes más profundas del océano que, hasta ahora, no hemos podido medir. Aunque parezca extraño, podemos predecir las mareas en las zonas costeras, a pesar de que hasta ahora no las comprendemos completamente.

Los períodos de las mareas pueden analizarse hasta fijar sus ciclos, que a su vez pueden reconstruirse y extrapolarse para lo futuro. Ello se debe a que las fuerzas que engendran las mareas se rigen por los movimientos de la tierra, el sol, la luna y otros planetas de nuestro sistema, que son precisos y perfectamente conocidos.

Otro pronóstico oceanográfico que se ha utilizado durante muchos años, es la previsión de los movimientos de las masas de hielo en los mares boreales. Desde hace mucho tiempo estos pronósticos tienen gran importancia en los países del Mar Báltico.

En vista del movimiento comercial de sus numerosos puertos, convenía conocer por anticipado cuáles de ellos estarían abiertos o cerrados por el hielo. También ha podido observarse y predecirse una forma más amenazadora de la presencia del hielo en el océano, los traidores icebergs flotantes de los que sólo una pequeña fracción emerge de la superficie. Desde que el choque del «Titanic» con un iceberg produjo una catástrofe que conmovió al

mundo, un servicio internacional de patrullas contra el hielo estudia las condiciones físicas, anuncia las previsiones y lanza advertencias para alejar a los barcos de las zonas de peligro. Para ello se tiene en cuenta el momento en que los icebergs se desprenden de los glaciares, se observan las corrientes que los arrastran al sur de la bahía de Baffin y los hacen entrar en la zona de las principales rutas de la navegación, y se sigue su curso hasta que se derriten al encontrar la cálida corriente del golfo.

Los futuros pronósticos pesqueros deberán basarse en la forma en que los vientos superficiales afectan la producción de los alimentos que consumen los peces, y la mortalidad de las crías. Un notable ejemplo del valor de las previsiones lo da la pesca del «haddock» en los bancos de George. En este caso, la fuerza y la duración de los vientos marinos durante el período de desove anual del «haddock» hace posible prever con tres años de anticipación el tamaño que tendrán los peces al cumplirse ese plazo.

Las previsiones relativas al oleaje y a la pesca dependen de que el meteorólogo conozca los vientos dominantes en el mar, y estas previsiones mejorarán a medida que se vaya perfeccionando la red de observación marina.

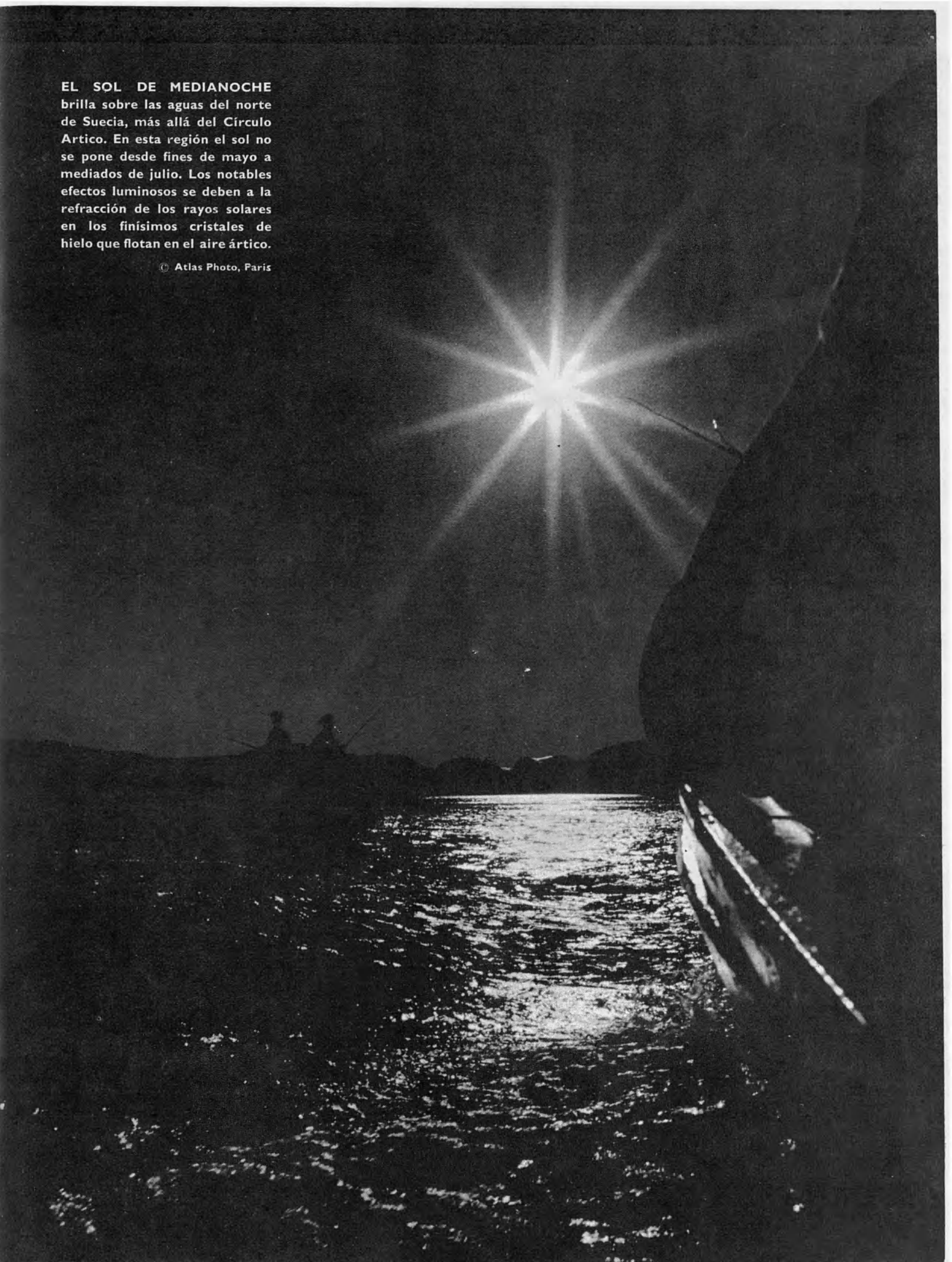
En los océanos utilizamos ondas sonoras, no sólo para las comunicaciones y para el sondeo de las profundidades, sino también para localizar los bancos de peces. La buena o mala transmisión del sonido depende de la distribución de la temperatura y la salinidad, y de la situación de las misteriosas capas de reflexión del sonido, así como de otras condiciones mensurables.

La influencia del sol sobre la ionosfera disminuye nuestras posibilidades de comunicar por radio a través de la atmósfera, y así como tenemos un laboratorio central para predecir y recomendar las mejores longitudes de onda, así se medirán un día las condiciones físicas del mar que afectan al sonido, y una parte importante de las previsiones relativas al océano consistirá en pronosticar la propagación del sonido en las aguas.

La predicción de las modificaciones de las principales corrientes oceánicas, que se desplazan en parte por la acción del viento, puede facilitar la predicción de su influencia sobre el tiempo. La previsión oceanográfica tiene la ventaja de que los cambios son mucho más lentos que los atmosféricos. Incluso si en un principio dista de ser perfecta, su utilidad y aplicación general la convertirán en una necesidad internacional en los próximos años.

EL SOL DE MEDIANOCHE
brilla sobre las aguas del norte
de Suecia, más allá del Círculo
Ártico. En esta región el sol no
se pone desde fines de mayo a
mediados de julio. Los notables
efectos luminosos se deben a la
refracción de los rayos solares
en los finísimos cristales de
hielo que flotan en el aire ártico.

© Atlas Photo, Paris



5

LOS OCÉANOS PRADERAS FÉRTILES

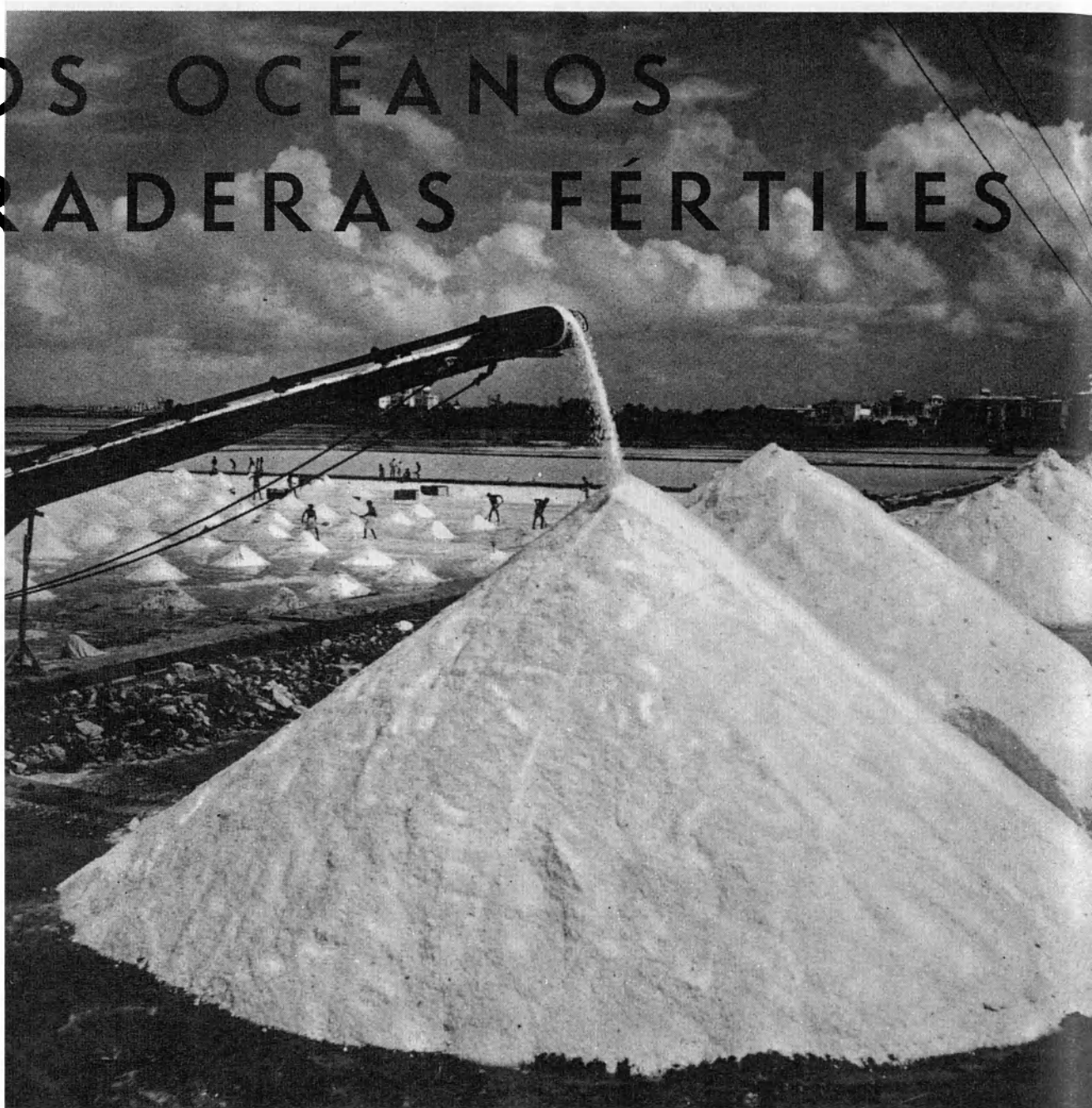


Foto © E. Aubert de la Rue : Explotación de las marismas saladas de Djibuti (costa de Somalia)



Antes de que apareciesen los seres humanos, el mar satisfacía ya una necesidad vital de la vida terrestre: el agua dulce, obtenida gracias al proceso natural de destilación por medio del sol.

La producción de agua dulce artificial partiendo del agua marina es aún muy costosa, pero ya se lleva a cabo con fines locales en islas aisladas o lugares de importancia estratégica, tales como los atolones de coral del Pacífico y las ciudades petrolíferas del desierto a orillas del Golfo Pérsico. En ciertas regiones del mundo, cuyo desarrollo industrial se ve limitado exclusivamente por la escasez de agua, los adelantos técnicos aumentarán el valor de aprovechamiento del agua dulce y reducirán el costo de su producción a base de agua marina. En los años próximos, el agua dulce será el principal producto que extraeremos artificialmente de los mares.

La preparación de agua dulce por extracción de las sales del agua marina o de las aguas salobres, ya se efectúa en gran escala en múltiples lugares y por diversos métodos. Entre éstos figura en primer término el que copia a la naturaleza, es decir que se hierve y destila el agua con el calor producido por combustibles fósiles o nucleares, o bien por el calor del sol, a fin de separar las sales. Otra posibilidad es el empleo de un método eléctrico en virtud del cual los iones positivos de la sal se desvían en una dirección y los negativos en otra. También se pueden emplear tenues membranas que dejan pasar el agua pura y retienen el grueso de las sales, o bien ciertos líquidos sintéticos que absorben grandes cantidades de agua pero rechazan las sales. Como contraste con la producción de agua dulce por destilación a base de calor, podemos imitar también a la naturaleza si eliminamos la sal marina por congelación. El hielo marino natural es mucho menos salado que el agua antes de congelarse. Con ese procedimiento se excluyen la mayoría de las sales, pero uno de los problemas es que los cristales de sal se conservan o quedan incluidos en el agua dulce refrigerada. Sin embargo, el método es interesante porque se requiere mucha menos energía para congelar el agua que para hacerla hervir. También existen métodos biológicos promisorios, y se ha sugerido utilizar ciertas algas que absorben las sales del agua marina.

L

os peces ocupan el primer lugar en la producción que extraemos del océano. Aparte del agua destilada naturalmente por el sol, lo que más aprovecha el hombre del mar son sus recursos vitales. En países como el Japón, el pescado constituye la parte más importante del régimen de proteínas. El total mundial de proteínas extraídas del mar para consumo humano, alimento de los animales y otros fines, asciende a 30 millones de toneladas por año (de las que los Estados Unidos absorben aproximadamente la décima parte). Esa cantidad ha aumentado en un 50 % en los últimos diez años. Con el crecimiento mundial de población, habrá que aumentar el producto de la pesca en todo el mundo, y tenemos la certidumbre de que el mar puede soportar ese aumento si aprendemos a administrar y almacenar mejor sus recursos, ya que sólo se pesca una reducida variedad de especies de entre las muchas conocidas, y vastas regiones del océano son apenas explotadas, especialmente en el hemisferio austral. La gran abundancia vital del mar, de la que el hombre dependerá cada vez más, se renueva automáticamente a condición de no agotar sus recursos, como lo hicimos antaño con nuestros bosques.

La pesca excesiva no representa aún un problema, salvo para unas pocas especies. Sin embargo éstas figuran entre las más valiosas (salmón, «haddock», bacalao y ballenas). Ciertas especies de fácil captura y que alcanzaban un precio elevado, han sido diezadas en el pasado, como ocurrió con la vaca marina de Steller, actualmente extinta. La conservación de esos recursos es una tarea nacional e internacional importante, y la pesca de la ballena ha sido rígidamente reglamentada en nuestros días por acuerdos internacionales. Si bien los barcos pesqueros utilizan la navegación moderna, el radar supersónico y la aviación para localizar los bancos de peces, también emplean métodos que no han cambiado desde hace siglos como las redes, barrederas y cañas de pescar. Sin embargo, los nuevos sistemas de pesca basados en un mejor conocimiento de las especies y de su ciclo vital, incrementarán considerablemente las posibilidades de pesca, a la vez que aumentarán la necesidad de preservar esas especies. Hay que tener en cuenta una diferencia esencial entre los recursos terrestres y marinos: en la tierra, la propiedad pertenece a un individuo que trata de conservar sus recursos en su propio interés; el mar, abierto a todos, se explota hasta el máximo posible, y los únicos límites son los factores económicos de la pesca.

Calefacción central... en el océano

E

l producto de la pesca se utiliza para alimentar a la población en forma directa y aun indirecta, ya que sirve para nutrir aves de corral y ganado y para fertilizar las plantas. En los países agrícolas la población come muy poco pescado, y aun teniendo la posibilidad económica de escoger, prefiere unas pocas variedades. En los Estados Unidos cada persona consume un promedio de cinco kilos de pescado por año. Esta cantidad no ha aumentado en los últimos veinte años a pesar de las mejoras conseguidas en la refrigeración, congelación, transporte, etc. En el Japón, con una población excesiva, el pescado es la fuente principal de proteínas animales; su consumo es siete veces mayor que en los Estados Unidos. Los japoneses han aprendido la forma de preparar y aderezar centenares de variedades de peces, y no sólo comen animales marinos sino diversos géneros de algas. Las algas también se recogen en otros países, pero por lo general no se comen directamente sino convertidas en una sustancia llamada algina, utilizada además en los cosméticos, productos textiles, papel, tinta y medicamentos, así como en el chocolate con leche, jaleas y mermeladas.

A medida que aumenten las necesidades alimenticias mundiales habrá que utilizar nuevos y diferentes métodos de pesca. En el Mar Caspio se atraen los peces con luces submarinas, siendo luego aspirados a bordo de los barcos pesqueros por medio de bombas. Además existen nuevos

métodos eficaces para localizar los bancos de peces, por medio del radar supersónico y de aviones, o estudiando cómo el viento desplaza sus alimentos.

Los cultivos acuáticos, que constituyen la contrapartida de la agricultura, alcanzarán con el tiempo el nivel de los métodos agrícolas terrestres más recientes. Tenemos que conseguir que nazcan más peces y que disminuya la mortalidad de las crías. Podemos incubar y criar peces pequeños en viveros marinos, en la misma forma que se crían los polluelos en una incubadora o las truchas en los estanques. Conseguiremos aumentar la productividad del agua marina, «arando» el mar tal como aramos la tierra, ya que su productividad parece depender de que se hagan remontar hasta la superficie las sustancias disueltas que flotan en las capas profundas. Una manera de conseguirlo podría consistir en colocar un reactor nuclear en el fondo del mar para que caliente las aguas profundas, haciéndolas ascender y mezclarse con las aguas superficiales, como cuando calentamos una cacerola de agua sobre el hornillo. Incluso podemos llegar a fertilizar artificialmente el mar. No sería posible utilizar fosfatos y nitratos como se hace para los terrenos —si bien esos elementos constituyen los alimentos básicos para el crecimiento de los peces—, ya que el volumen de agua es tan considerable que habría que prever enormes cantidades de esos alimentos básicos. No obstante, sería posible incorporar oligoelementos que influirían en el crecimiento marino.

Ciudades flotantes a lo largo del Perú

D

e la misma forma que las factorías balleneras cumplen eficazmente todas las operaciones de industrialización en aguas del Antártico, habrá barcos que se encargarán de industrializar las plantas y los animales marinos que les suministren los barcos pesqueros que recorrerán el mar en torno a ellos. En resumen, esos barcos funcionarán a modo de enormes fábricas flotantes de ingeniería química. Su desarrollo abaratará lo suficiente la pesca como para poder utilizar una variedad de peces mucho mayor que antes, incluyendo los que ahora se consideran de segunda categoría. Estas fábricas transformarán en el mismo océano los animales y plantas de apariencia poco apetitosa en proteínas sabrosas y nutritivas. En las regiones más productivas del océano, tales como las aguas del Perú y antárticas, podremos ver ciudades industriales flotantes formadas por esos barcos-fábricas.

Las zonas más importantes para el cultivo acuático son las aguas superficiales y casi continentales de los estuarios de todo el mundo. Esos estuarios son importantes para la pesca marina por varias razones. En primer término, en ellos residen de manera permanente preciados mariscos, y en segundo lugar, en sus aguas comienzan su desarrollo las crías de mariscos y de peces antes de dirigirse hacia el océano. La necesidad de terrenos para edificios, fábricas, almacenes y protección contra el oleaje en las orillas del océano, puede modificar radicalmente el carácter de las aguas de los estuarios, de tal manera que presente un serio daño para esos recursos del mar. Los proyectistas, ingenieros y fabricantes de las ciudades costeras deberían consultar a los ictiólogos, a fin de que la intervención del hombre no sea pernicioso para la vida productiva del océano.

6 MINERÍA ABISAL Y ENERGÍA LÍQUIDA

Los ingenieros se preocupan por la erosión del terreno provocada por la poderosa acción del oleaje en nuestras costas. Estudian la fuerza de las olas, la forma en que los diferentes tipos de costas contrarrestan esa fuerza, y la manera de modificar la línea costera para hacerla más resistente. Estudian también cómo se engendra la energía de las olas, cómo se desarrolla y desaparece. Habrá que realizar grandes esfuerzos para conservar la línea de la costa en forma tal que satisfaga los diversos y antagónicos empleos del litoral y no destruya la preciosa vida marina que anida en ellos.

Para la vida en los estuarios ofrece gran importancia la cantidad de desechos vertidos en los mismos. ¿Cuánto tardará el movimiento natural de las mareas en limpiar de basuras y disolver todas las suciedades derramadas en las aguas? En algunos estuarios existen zonas en las que esa acción de limpieza es insuficiente y donde, por consiguiente, no deben arrojarse productos de desecho. Este problema es de suma importancia si pensamos en los materiales de desecho radiactivo que se arrojan a los estuarios, en las cenizas radiactivas procedentes de algún arma nuclear, o en la utilización pacífica de bombas atómicas destinadas en el futuro a modificar ciertas zonas para la creación de puertos artificiales.

Además del agua dulce y de otros recursos vitales para la nutrición; el mar proporciona materias primas que se emplean en nuestra civilización, tales como sal común, magnesio y otros minerales. Dado el ingente volumen de los océanos, la cantidad total de cualquier mineral que existe en ellos es inmensa y conduce a sueños tales como la extracción de oro del mar. Pero, con pocas excepciones, la concentración es muy escasa y la extracción resulta

tan costosa como el tratamiento de una roca extremadamente pobre en mineral. La extracción por evaporación de la sal del océano es una antigua industria, y durante miles de años el hombre ha utilizado la fuerza del sol para evaporar en salinas la sal que necesita. En nuestros días, no sólo se extraen del agua sales de sodio sino también de potasio y de magnesio. El gas de bromo es un valioso producto secundario de la sal y del magnesio. Este último es un metal muy liviano y ocupa el segundo lugar en abundancia en el agua del mar; se lo extrae por un procedimiento tan sencillo que resulta económico, aunque sólo existe un 10 % de magnesio en el agua marina mientras que las rocas y el suelo comunes contienen cuarenta veces más.

El problema de si debemos extraer un producto del agua marina depende de que sea más económico que extraerlo de otra fuente. Pero tal como ocurre con la destilación artificial de agua dulce, a medida que escaseen las sustancias que antes se obtenían abundantemente, las operaciones que en un comienzo eran excesivamente caras llegarán a ser económicas.

Algunos minerales están contenidos en nódulos que yacen en el fondo del mar en grandes cantidades. Aún no se ha llegado a comprender cómo se han formado durante millones de años. Explotaremos los minerales del suelo marino a 2.000 brazas bajo la superficie, y recogeremos las pequeñas cantidades de cobalto, cobre y níquel contenidas en los nódulos de manganeso y de hierro. Se los extraerá por medio de enormes aspiradores que los subirán hasta las bodegas de los barcos, o por medio de excavadoras submarinas montadas sobre orugas, que arrancarán los valiosos nódulos a fin de que los elevadores submarinos los traigan a la superficie.

UN LABORATORIO... DE TEMPESTADES

A fin de prever catástrofes marítimas como las tempestades (véase, a la derecha, una escena al iniciarse el huracán « Carol » en los Estados Unidos), se ha diseñado y construido un « laboratorio » que sirve para estudiar teóricamente las corrientes oceánicas. Este tanque, por ejemplo, es uno de los elementos de la Woods Hole Oceanographic Institution, de los Estados Unidos, y reproduce en pequeña escala la rotación de la tierra y la forma en que los vientos se van calentando o enfriando.

© Woods Hole Oceanographic Institution



Bajo las aguas superficiales de la plataforma continental estamos haciendo perforaciones para extraer valiosas reservas de petróleo, y nos volvemos cada vez más hacia el mar en busca de él. La asombrosa energía almacenada de los fósiles marinos no sólo se encuentra bajo la tierra firme que en un tiempo estuvo recubierta por las aguas, sino que más de 60 billones de litros, o sea cerca de la tercera parte de cuanto existe en el globo terrestre, espera en reserva bajo el lecho marino.

Desde tiempo inmemorial se ha utilizado el mar como un enorme depósito de basuras. Mientras esos detritos eran orgánicos o materias químicas ordinarias, el mar podía transformarlos en alimentos útiles o disolverlos lo suficiente como para que no fueran perjudiciales. Pero, actualmente, el hombre produce ciertos materiales de desecho, los desechos radiactivos, que no puede quemar y desparramar en la atmósfera, ni dejar filtrarse en la tierra, ni descargar en el mar sin un estudio previo de las consecuencias. Se considera que el mar se presta para la eliminación de los desechos radiactivos.

Empero, el 70 % de los productos de fisión de todas nuestras bombas atómicas cae en el mar, porque los océanos cubren ese porcentaje de la superficie del planeta, y aún sponiendo que el agua marina diluya esos desechos, algunos organismos biológicos que sirven de alimento al hombre pueden concentrar fortísimas dosis de isótopos radiactivos. Se ha considerado que 1.000 toneladas anuales de cenizas radiactivas podrían ser arrojadas con toda seguridad en las fosas oceánicas aisladas, pero no podemos estar seguros de eso hasta no conocer mejor los movimientos del agua en estas profundidades; en efecto, en esos fondos abisales se han encontrado rocas redondeadas, lo que indica la posibilidad de que las corrientes profundas sean más rápidas de lo que creíamos.

Con frecuencia el hombre ha causado daños en su medio ambiente terrestre, ya sea despoblando bosques y ocasionando la extinción de especies animales, enrareciendo el aire de las ciudades hasta provocar enfermedades oculares, o trabajando excesivamente la tierra hasta esterilizarla. Sería lamentable que su ignorancia dañara la fauna abisal del océano, provocando una reacción en cadena que perjudicaría a todos los seres vivos del océano. Antes de depositar en el mar esos materiales radiactivos de gran persistencia, debemos esperar que nuestras investigaciones nos autoricen a hacerlo.

Como la necesidad de desprendernos de esos desechos es urgente, habremos de acelerar los estudios sobre las

corrientes marinas, la química, la geología y la biología del océano, a fin de que la eliminación de desechos no sea perjudicial para las generaciones futuras.

El mar almacena una enorme energía. La que mejor podemos apreciar es la que resulta de la pleamar y la bajamar, especialmente en los lugares donde las mareas son de una amplitud poco corriente, tales como en la bahía de Fundy (Canadá) donde la diferencia entre la pleamar y la bajamar equivale a la altura de un edificio de cuatro pisos. Se dan otras mareas extraordinariamente intensas en Alaska meridional y en Inchon (Corea). Las mayores mareas del mundo sobrevienen porque dos veces por día el influjo de la luna se sincroniza con la vibración natural del agua en determinados estuarios. En la actualidad se están haciendo ensayos para utilizar las mareas en Francia, y existe el «proyecto Passamaquoddy» para utilizar esa fuerza en la bahía de Fundy. Otro medio de utilizar la energía marina consiste en hacer funcionar máquinas aprovechando la diferencia de temperatura entre el agua cálida de la superficie y la fría de las profundidades.

He llegado a preguntarme si no se está dando demasiada importancia a las investigaciones extra-terrestres, a expensas de las regiones desconocidas de la tierra en que vivimos. Lejos estoy de sugerir que renunciemos a apoyar financieramente la estimulante exploración del espacio; me limito a señalar que una suma relativamente pequeña nos permitiría mantener el equilibrio y estudiar nuestra propia tierra que, como he señalado, es el laboratorio más conveniente y accesible para comprender los problemas del universo. Gran parte de los paisajes submarinos, ocultos a nuestros ojos, son más desconocidos para nosotros que la cara de la luna que contemplamos.

Con los minerales que contiene, los alimentos que guarda en su seno, la historia geológica encerrada en sus estratos sedimentarios, y el petróleo submarino, el fondo del mar es por lo menos tan interesante como el lado invisible de la luna, y mucho más utilizable a breve plazo para bien de la humanidad.

Debemos equilibrar los gastos de nuestros recursos, tanto humanos como materiales, para que en nuestro entusiasmo por el sol y el espacio no menospreciemos nuestra propia tierra. Es maravilloso contemplar y tratar de comprender el espacio; será maravilloso poder atravesarlo; pero no debemos olvidar la tierra en que vivimos y el enorme depósito que almacena cuanto es necesario para la vida. Está ahí, a nuestra disposición, en las aguas de los océanos y los mares.



¿SURCARÁ LOS OCÉANOS UN BARCO DE LA UNESCO?

por Augusto Pérez-Vitoria

del Departamento de Ciencias Naturales de la Unesco

Dentro de poco, la Unesco contará quizá con un barco. Sí, un barco internacional, destinado a las investigaciones oceanográficas; laboratorio flotante de 1.000 a 1.200 toneladas, y a la vez barco-escuela, pues serviría para la formación de los jóvenes oceanógrafos: químicos, físicos, geólogos y biólogos. Tal vez muy pronto todos los puertos del Océano Índico saludarán su pabellón: la bandera azul de las Naciones Unidas.

¿Por qué el Océano Índico? Porque es el menos conocido del globo. Desde 1873, el número de barcos que lo han estudiado no llega a dos docenas. El navío internacional sería de gran utilidad para todas las naciones que deseen investigar esas aguas todavía ignotas. Y ofrecería una posibilidad excepcional de demostrar prácticamente la colaboración de los hombres de ciencia de todo el mundo.

La idea de un navío oceanográfico a cargo de la Unesco remonta a varios años atrás. Planteada en el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas en 1948, aprobada en 1952 por el Consejo del Indo-Pacífico para Pesquerías, fue examinada en 1955 por un órgano de la Unesco: el Comité Consultivo Internacional de Ciencias Marinas. Por último, hace dos años, la Conferencia General de la Unesco decidió someter el proyecto a la Conferencia Intergubernamental que ha de celebrarse en Copenhague del 11 al 16 de julio. Se calcula que el costo de la transformación del barco (unos 300.000 dólares) y los gastos de explotación, que representarían una suma anual equivalente, serían sufragados con cargo al presupuesto ordinario de la Unesco. Sin embargo podría ser que el barco fuese cedido a la Unesco gratuitamente o por un precio simbólico. Por otra parte, a fin de dar inmediatamente una mayor amplitud al proyecto, se ha previsto la creación de un fondo especial alimentado por las contribuciones voluntarias de los Estados y de diversas organizaciones.

Si la primera etapa de esta aventura oceanográfica internacional da los buenos resultados esperados, se podrá pensar en otro intento mucho más ambicioso: la construcción de un gran barco oceanográfico moderno, provisto del mejor equipo disponible, incluyendo dispositivos y material que por su costo o por su complejidad no se hallen instalados en ningún barco nacional. Un grupo de primerísimas figuras de las ciencias del mar, sin abandonar completamente la preparación de jóvenes investigadores, dispondría así de los mejores elementos de trabajo para llevar a cabo investigaciones esenciales del máximo nivel científico. Varios millones de dólares son necesarios para poder realizar este magnífico proyecto y esa cifra explica, mejor que muchas razones, por qué no puede constituir la primera etapa de una acción internacional común, como lo desearían algunos oceanógrafos.

La Unesco mantenía ya, estos últimos años, un programa de actividades en las ciencias del mar: becas, envíos de especialistas y de material a los estados miembros que lo solicitaban; ayuda a publicaciones y reuniones científicas; organización de cursos y coloquios regionales y participación en congresos internacionales como el primer Congreso Oceanográfico Internacional organizado en Nueva York por la Asociación Americana para el Progreso de las Ciencias que, patrocinado por la Unesco, reunió en los locales de las Naciones Unidas en septiembre de 1959, más de 1.200 participantes procedentes de 50 países. En noviembre último, la Unesco colaboró con el Organismo

Internacional de Energía Atómica, para la reunión en Mónaco de la Conferencia internacional sobre la eliminación de desechos radiactivos, que despertó un gran interés en su doble aspecto científico y social.

Estas actividades tradicionales serán aumentadas considerablemente, siempre que el presupuesto correspondiente sea incrementado en un quinientos por ciento. La acción inmediata se concentrará en el Océano Índico, como aportación de la Unesco al programa internacional preparado bajo la dirección del Comité Especial de Investigaciones Oceánicas (SCOR) del Consejo Internacional de Uniones Científicas, programa en el que participarán barcos y especialistas de una docena de países, que trabajarán intensamente en esta región durante los próximos cuatro años. Un cierto número de becas permitirá a los jóvenes oceanógrafos de la región embarcarse y trabajar activamente en los navíos oceanográficos que participan en la campaña internacional del SCOR; otros irán pensionados a instituciones del extranjero. Varios expertos internacionales colaborarán en centros de oceanografía físico-química y de biología marina de la región, cuyo material será aumentado considerablemente, para que puedan estudiar una parte de las muestras y de los ejemplares recogidos, clasificándolos y conservándolos en colecciones y centros regionales.

Los especialistas enviados por la Unesco participarán también en cursos regionales de perfeccionamiento y coloquios para discutir la marcha de las expediciones y el valor y alcance de los resultados obtenidos; también los investigadores de la expedición del SCOR podrán participar al azar de los desembarcos en algunas de estas reuniones.

La región vecina de los mares del sudeste de Asia beneficiará también, aunque en menor grado, de la ayuda de la Unesco, que irá aumentando paulatinamente y que se extenderá más tarde a otras regiones del mundo. En unas y otras, en cuanto esté disponible, el barco de investigaciones oceanográficas de la Unesco prestará su doble concurso material y simbólico.

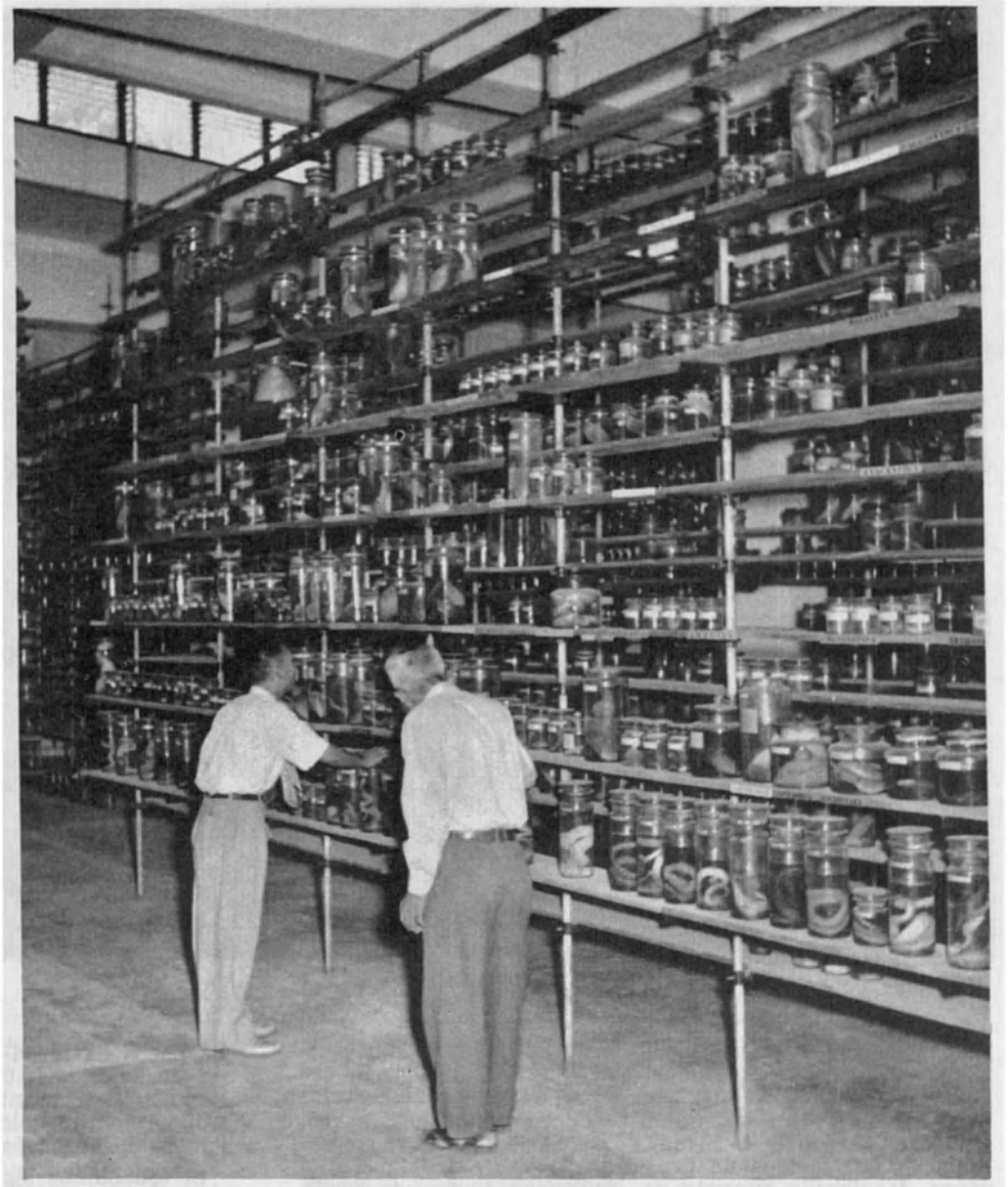
Se ha previsto también una acción generalizada para mejorar la enseñanza de estas especialidades y para aumentar el número de cátedras universitarias y de instituciones oceanográficas existentes. Todo ello para elevar el número de estudiantes y de investigadores de ciencias del mar, cuyo volumen insuficiente sería un serio obstáculo a todo programa amplio de investigaciones y estudios oceanográficos, si no se toman rápidamente las medidas necesarias para remediar esta insuficiencia.

Para completar esta descripción somera de los planes de la Unesco para sus actividades en ciencias del mar, digamos que en la sección de oceanografía de la Unesco, un grupo no muy numeroso pero sí bien seleccionado de especialistas, organizará y dirigirá el plan internacional de estudios e investigaciones oceanográficas en la parte correspondiente a la Organización; ayudará además en todos los proyectos mancomunados que decidan llevar a cabo por su cuenta los gobiernos agrupados en la Comisión Oceanográfica Intergubernamental que se creará también en el seno de la Unesco, sin olvidar las relaciones y coordinación necesarias con los trabajos llevados a cabo en este mismo campo por otras organizaciones de las Naciones Unidas y por las Asociaciones y Consejos Oceanográficos que tradicionalmente han venido actuando al nivel internacional.

EL MAR DE LA CHINA EN BOCALES

Muchos años de trabajo han sido necesarios para reunir la impresionante colección oceanográfica del Instituto de Nathrang, en Vietnam. Las decenas de millares de botaes alineados en los estantes, contienen especímenes de la flora y la fauna del Mar de la China. Pasarán muchos años antes de que se los haya estudiado en su totalidad.

Foto © Pierre A. Pittet, Genève



EL OCÉANO ÍNDICO DESCONOCIDO

En el curso de este año se iniciará el primer esfuerzo científico sistemático para estudiar un océano en su totalidad. En efecto, diversos navíos oceanográficos zarparán de sus respectivos puertos y pondrán proa hacia el Océano Índico. Serán la avanzada de una flota procedente de unos 15 países, que se han unido para celebrar la Expedición Internacional al Océano Índico, empresa sin paralelo en la historia de la oceanografía y que ha sido auspiciada por el Comité Especial de Investigaciones Océánicas (SCOR) del Consejo Internacional de Uniones Científicas.

Con una superficie de 73.326.000 kilómetros cuadrados, el Océano Índico abarca un 14 % de la superficie terrestre. Rodeando su cuenca hay países que representan más de la cuarta parte de la población mundial.

El Océano Índico presenta características únicas en su género. En primer lugar, es una de las zonas marinas menos exploradas, y sólo se conoce superficialmente su topografía y la distribución de la vida en sus aguas. En ningún otro mar los vientos

y las corrientes sufren una alteración tan radical con el cambio de las estaciones. Durante 6 meses, los monzones soplan del noreste, y el resto del año lo hacen desde el sudoeste. Semejante cambio provoca enormes repercusiones en las corrientes y en la vida del océano, pero muy poco se sabe todavía al respecto.

Otra característica típica es que la enorme cuenca septentrional del Océano Índico —incluyendo el golfo de Bengala y el Mar Árabe— no tiene prácticamente ningún intercambio con otros océanos. Inmensos ríos como el Indo, el Ganges, el Tigris-Eufrates y el Zambeza, arrojan millones de toneladas de materias aluvionales en el océano, y ello se presta particularmente para estudiar los efectos de estas aportaciones en la composición del agua marina.

Se estima que el costo total de la expedición se elevará a trece millones y medio de dólares, y que las actividades alcanzarán su apogeo en 1962 y 1963. Los navíos oceanográficos serán facilitados por Australia, Estados Unidos de América, Francia, India, Japón, Reino Unido, Unión Sudafricana y

la Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas. También prestarán su colaboración la República Federal Alemana, los Países Bajos, los países escandinavos y otros.

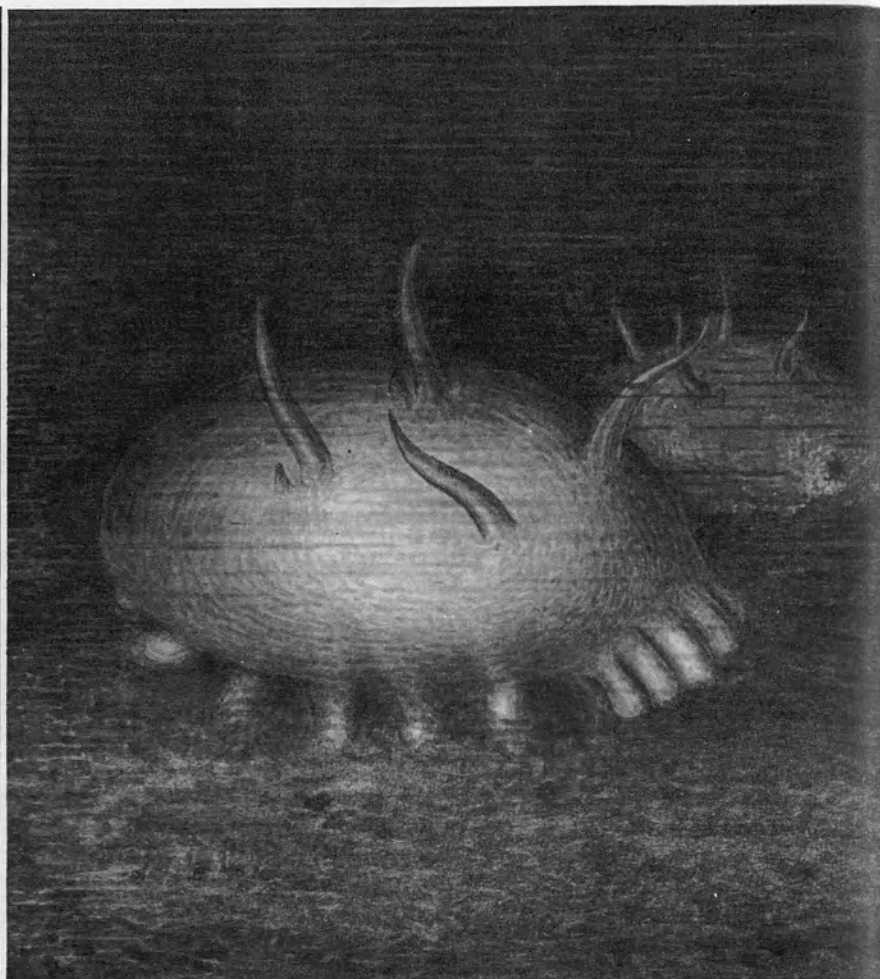
Se ha procedido ya a «dividir» el Océano Índico, y el SCOR ha fijado los «lotes» para las diferentes investigaciones. La exploración total de esos «lotes» representará un equivalente de 15 años de navegación a lo largo de 225.000 millas marinas.

La expedición no solamente proporcionará abundantes conocimientos científicos sobre la vida oceánica, sino que tendrá consecuencias económicas inmediatas, puesto que localizará las mejores pesquerías. Los estudios meteorológicos permitirán a su vez perfeccionar las previsiones climáticas, lo que tendrá gran importancia para las zonas donde los monzones provocan catastróficas inundaciones. El mejor conocimiento de las corrientes marinas facilitará el trazado de las rutas comerciales. Por último, el trazado y estudio de los fondos submarinos facilitará quizá el descubrimiento de ricas reservas minerales para el futuro.

EN LO MÁS HONDO DE LA NOCHE LÍQUIDA

por

Anton F. Bruun



El 21 de julio de 1951, hubo gran excitación a bordo de la fragata danesa « Galatea », en la que realizábamos un viaje de exploración alrededor del mundo, para estudiar el fondo del mar. La sonda acústica registraba 10.000 metros de profundidad en la fosa de Filipinas. Habíamos encontrado un fondo llano apropiado para echar un arrastre, y así lo hicimos. Desde nuestro embarque en Copenhague, en octubre de 1950, habíamos efectuado con éxito varios sondeos a 4 ó 5.000 metros de profundidad en los océanos Atlántico e Indico, pero una cosa es trepar a los Alpes y otra intentar el escalamiento del Monte Everest. Lo mismo ocurre en el océano, salvo que el Monte Everest tendría unos 2.000 metros de agua sobre su cumbre, si se colocase esa montaña gigantesca en el fondo de la fosa de Filipinas.

En las fosas oceánicas se encuentran a veces profundidades superiores a 7.000 metros. Sólo se conocen 18 de esa magnitud: una en el Océano Indico, dos en el Atlántico y 15 en el Pacífico, donde se encuentran las únicas cinco que alcanzan más de 10.000 metros. La profundidad máxima de 10.863 metros, registrada en 1951 por la expedición británica « Challenger » en la fosa de las Marianas, puede aún considerarse la mayor del mundo mientras no se publiquen en detalle observaciones más recientes, según las cuales se han hallado en la misma región profundidades superiores en algunos centenares de metros.

Pero, ¿ por qué una expedición científica gasta su tiempo y su precioso equipo en rastrear esas engañosas fosas ? Porque desde luego lo son : a diez mil metros de profundidad, el fondo llano de una fosa sólo suele tener apenas un kilómetro de ancho. Echar un arrastre con 12.000 metros de cable metálico y tratar de seguir esa faja estrecha es bastante más difícil que pescar a profundidades de 2 a 6.000 metros, donde el fondo es mucho más liso y abierto.

El doctor Anton F. Bruun, miembro del Zoologiske Museum de Copenhague, es considerado como una de las máximas autoridades en la esfera de la vida submarina. En 1950-1952 dirigió la famosa expedición de la « Galatea », y acaba de recibir la medalla Agassiz, valiosa recompensa científica acordada por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América. El artículo del doctor Bruun se inicia el 21 de julio de 1951, cuando los hombres de la « Galatea » se preparaban a hacer bajar una sonda de más de doce kilómetros de largo a la profundísima trinchera de las Filipinas.

La pesca en fosas de esas profundidades equivale a volar en un avión a 10.000 metros de altura y tratar de remolcar un instrumento que roce la superficie de la tierra, utilizando tan sólo una sonda acústica para mantenerlo dentro de una faja de un kilómetro de ancho.

Si tocábamos los abruptos taludes de la fosa podíamos enganchar el cable en las rocas y perderlo junto con el arrastre. Pero de tener éxito, habríamos logrado algo más importante que pescar a mayor profundidad que nadie. El escalamiento de las más altas montañas no ha proporcionado datos científicos más interesantes que los que se obtienen por procedimientos más sencillos. Nuestro objetivo era comprobar si puede haber vida a 10.000 metros de profundidad, donde la presión hidroestática es de 1.000 atmósferas o de una tonelada por cm².

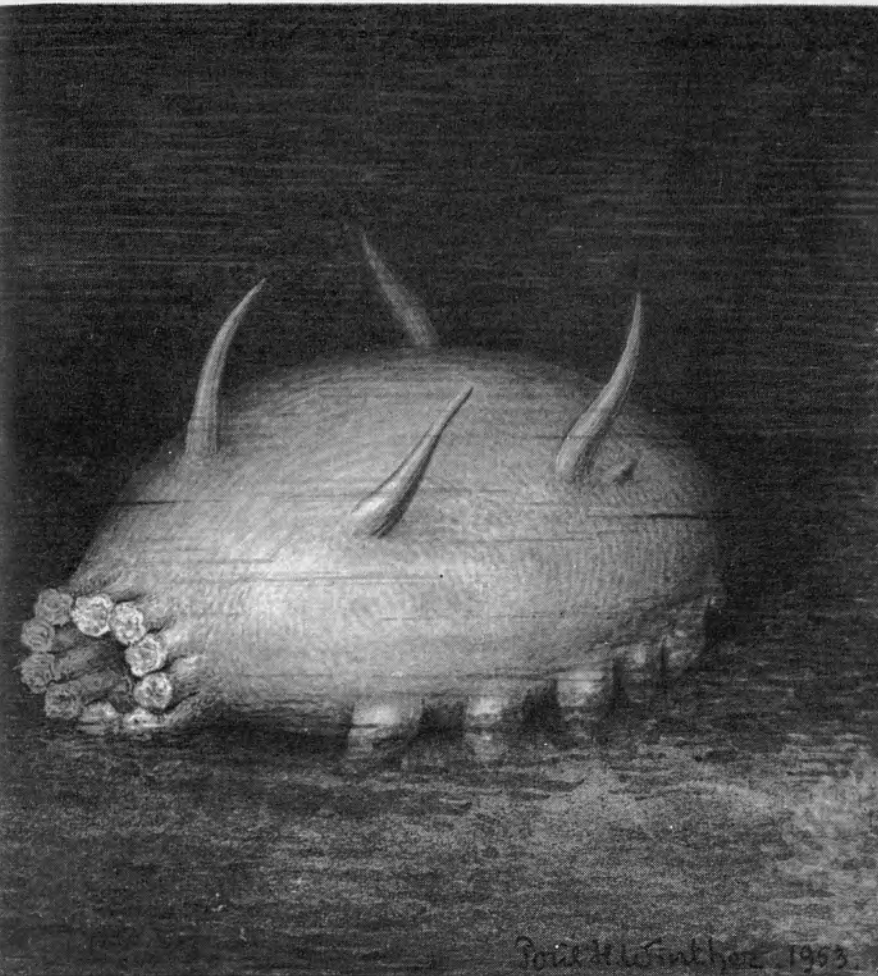
A principios de este siglo, el Príncipe Alberto de Mónaco pescó a 6.000 metros, pero sólo en 1948 una expedición sueca capturó animales en profundidades de 7.625 a 7.800 metros, en la fosa de Puerto Rico. Posteriormente, en 1949, la expedición soviética del « Vityas » capturó seres vivos en la fosa de Kuriles-Kamchatka, a 8.100 metros. Sin embargo, las experiencias realizadas con animales de aguas superficiales habían demostrado que éstos no pueden vivir a una presión de 1.000 atmósferas. Eso significaba que en lo más profundo del océano no había vida, o bien que los organismos que en ellos vivían eran diferentes de los ya conocidos por la ciencia, especialmente en sus aspectos bioquímicos y fisiológicos. Conocíamos organismos adaptados a la escasa presión de picos elevados, pero ¿ existiría vida en un mundo de presiones sumamente elevadas ?

Esa tarde, comenzamos a largar nuestro cable de acero. En su extremidad se acopló un arrastre de 3 metros; por si la red del arrastre se rompía, añadimos una pequeña draga que aun en ese caso podría recoger algo del fondo. Nos llevó varias horas largar 12.163 metros de cable, pero por último sólo quedaron unas pocas vueltas en el enorme molinete del cabrestante. Lo contemplábamos ansiosamente, preguntándonos si habríamos dado a nuestros ingenieros los datos justos para calcular la longitud del cable. ¿ Habría habido un error ? ¿ Los operarios encargados de tejer los delgados hilos de acero convirtiéndolos en un cable, habrían hecho cuidadosamente su trabajo ? También nos preocupaban los vientos, las olas y las corrientes,

LA VIDA BAJO 10 KM. DE AGUA

Una de las hazañas más extraordinarias de la expedición danesa a bordo de la « Galatea » consistió en rastrear el fondo de la trinchera de las Filipinas, a más de diez mil metros de profundidad. Dos pequeñas anémonas de mar adheridas a una piedra fueron la prueba de que la vida animal existe en los abismos más hondos. El Dr. Bruun (a la derecha) y el bacteriólogo Claude ZoBell, estudian las diminutas anémonas que aparecen en una piedra de bordes redondeados. A la izquierda, dos pepinos de mar extraídos de la trinchera de Kermadec, a más de seis mil metros de profundidad. En una expedición anterior, el Dr. Bruun capturó una anguila larval de casi dos metros de largo, lo que dio margen a diversas conjeturas sobre la existencia de enormes monstruos marinos. Hasta entonces, las mayores larvas de anguila conocidas no medían más de treinta centímetros; teóricamente, una larva de dos metros debería dar origen a un animal de quince metros de largo, pero hasta ahora no se ha capturado ninguna anguila de ese tamaño.

© Expediciones Galatea



mientras procurábamos dirigir nuestro barco sobre la parte más profunda de la fosa.

Ahora todo dependía del cable de acero. Además de soportar su propio peso, tenía que resistir la fricción del agua en una longitud de 12 kilómetros, el peso del arrastre y la fricción de éste contra el fondo. Y lo que también era importante, nos preguntábamos si habríamos calculado exactamente la longitud del cable en relación con la profundidad de la fosa y la velocidad del barco. Si habíamos soltado poco cable, la red no tocaría fondo; si por el contrario habíamos largado demasiado, entonces el mismo cable ejercería una fricción contra el fondo.

A pesar de todo, la operación de remontar el arrastre fue tan fácil como si estuviéramos pescando a la profundidad usual de 5.000 metros. El sol se puso y era casi de noche cuando la red asomó de nuevo en la superficie...

Allí, en el fondo del agua clara, se esbozaba el gran copo triangular del arrastre. La noche era oscura como boca de lobo, pero el resplandor de los focos bañaba la popa del puente superior. Y entonces fueron viéndose rápidamente los resultados. « ¡Hay arcilla en el bastidor! », gritó alguien. « Ha tocado fondo », y luego « Hay piedras en el copo ».

Todos cuantos a bordo podían abandonar sus tareas, se reunieron en torno al gran arrastre mientras los dedos nerviosos soltaban las cuerdas para extraer cuidadosamente su contenido. Prestábamos poca atención a los camarones rojos, los eufásidos luminiscentes o los peces negros, pues sabíamos que esos animales pelágicos habían sido capturados durante el ascenso de la red.

Pero allí, en una piedra de ciertas dimensiones, había unas pequeñas excrescencias blancuzcas: ¡anémonas de mar! Aunque no se hubiesen encontrado otros animales, éste hubiera sido el mayor hallazgo de nuestra expedición. Era la prueba de que ciertos animales superiores podían vivir a profundidades de más de 10.000 metros. ¿No era lógico que estuviéramos tan alborozados? Y nuestra alegría se convirtió en verdadero entusiasmo cuando, de la arcilla grisácea que contenía arenilla y guijarros, extrajimos 25 anémonas de mar, unos 75 pepinos de mar, 5 bivalvos, un crustáceo anfípodo y un anélido. Nadie esperaba tal variedad de habitantes en las profundidades.

Era evidente que habíamos tocado fondo y, por for-

tuna, teníamos la prueba de que éste se hallaba entre 10.150 y 10.190 metros. Habíamos navegado ajustándonos al perfil del fondo que habíamos trazado laboriosamente días antes mediante sondeos acústicos. El mar estaba en calma, el viento había soplado suavemente del norte, es decir, que las circunstancias habían sido sumamente favorables. La larga noche de espera quedaba olvidada. A ese primer éxito seguirían otros.

Y así fue, en efecto, pues repetimos la operación en las fosas de la Sonda, Banda, Nueva Bretaña y Kermadec, todas ellas de más de 7.000 metros de profundidad.

En la Fosa de Filipinas habíamos encontrado una comunidad de pequeños animales de ocho especies diferentes, que representaban todos los grandes grupos de invertebrados: pólipos, gusanos, moluscos y crustáceos. Además, nuestro bacteriólogo consiguió cultivar bacterias aisladas de los sedimentos. Las estudió durante años, manteniéndolas en vida a la misma temperatura (aproximadamente de 2,5°C) y la misma presión (unas 1.000 atmósferas) que en el fondo. Y, lo que es más importante, descubrió que sólo se desarrollan a esa elevada presión. Acabábamos de descubrir un conjunto de organismos adaptados a un mundo muy especial: el de la vida bajo elevadas presiones.

Esas profundidades, que se han designado con el nombre técnico de zona «hadal», corresponden a las hendiduras de los taludes continentales oceánicos (zona batial), y a las profundidades oceánicas entre 2.000 y 6.000 metros (zona abisal). Como es lógico, la presión también actúa en profundidades de menos de 6.000 metros, y diversos ejemplos de distribución de la fauna indican que la zona abisal puede subdividirse en una zona superior y otra inferior.

El conocimiento de la fauna de la zona «hadal» es muy importante para el problema de la evolución de las especies. Toda ella procede de especies abisales que se han ido adaptando a una presión enorme. Pero cuando una especie, durante un periodo de centenares de millares o millones de años, ha descendido al fondo de la fosa, no puede desplazarse fácilmente a otra. Es decir, que su destino está estrechamente ligado al de la fosa misma. Por ese motivo, un estudio comparado de la zona «hadal» y de sus organismos puede revelar hechos importantes acerca de la historia de las fosas, que es en realidad la historia de la tierra.

Sería muy necesario estudiar la zona abisal inferior y la zona «hadal», sobre todo si en los años próximos se utiliza el océano para evacuar los desechos radiactivos procedentes de centrales de energía atómica. Hasta ahora esa labor sólo ha sido efectuada con éxito notable por las expediciones soviéticas del «Vityas». Los resultados de las expediciones del «Galatea» y el «Vityas», pueden resumirse en la forma siguiente: De 85 especies diferentes encontradas a más de 7.000 metros, no menos de 62, o sea el 74 %, se hallan exclusivamente en la verdadera zona «hadal». Un porcentaje tan elevado de endemismo rara vez se da en la naturaleza, y puede compararse con ejemplos terrestres tan conocidos como los de las Islas Galápagos o Nueva Zelanda.

En la actualidad hemos llegado a la conclusión de que

en casi todas partes del globo terrestre puede vivir una gran diversidad de organismos. La vida ha conquistado las altas montañas y las mayores profundidades del océano, los secos y abrasados desiertos y las heladas regiones polares. Del estudio comparado de todos esos mundos proviene gran parte de nuestro conocimiento de la vida.

Se ha calificado de nuevo mundo al medio ambiente de la zona «hadal»; sin embargo, la «Galatea» ha contribuido al conocimiento de un mundo muy viejo, de más de 300 millones de años de antigüedad. El 6 de mayo de 1952, cuando ya finalizaba la expedición, el arrastre extrajo de una profundidad de 3.570 metros, diez moluscos insignificantes en apariencia, semejantes a lapas, y tres conchas vacías de la misma especie. Después de algunos años de detenidos estudios el especialista pudo afirmar con certeza que el animal, al cual llamó *Neopilina galathea*, no era ni un caracol ni un bivalvo, ni se relacionaba con ninguna de las clases conocidas de moluscos recientes, sino que era un representante de una clase que se suponía extinguida desde la era paleozoica, hace más de 300 millones de años. Es un caso parecido al del famoso pez coelacanto, encontrado por primera vez en 1938, en las Islas Comores. El coelacanto es también un fósil vivo, un superviviente de la época cretácea, es decir, de hace unos 70 millones de años. El *Neopilina* presenta gran interés para la zoología, pues se trata del molusco más primitivo que se conoce, y en muchos sentidos puede comparárselo por su importancia con los primitivos mamíferos ovíparos de Australia que nos han permitido conocer mejor la evolución de todos los otros mamíferos. El *Neopilina* es un ejemplo viviente de lo que antes sólo se conocía por algunos fósiles muy característicos del periodo cámbrico-devónico. Pero además de su interés zoológico, el *Neopilina* puede enseñarnos algo sobre las condiciones de vida en el fondo del mar en épocas remotas. Si no se han encontrado sus huellas en los sedimentos es porque, incluso desde la era paleozoica, ha vivido a tales profundidades que ningún sedimento se ha elevado hasta el nivel de la tierra actual. Desde entonces, habita en temperaturas de menos de 4°C, características de la zona abisal. Debe de haber transcurrido un tiempo *enormemente* largo hasta que esos animales consiguieron adaptarse a la elevada presión y a la baja temperatura en que hoy viven, tan diferentes de las de los mares superficiales costeros del paleozoico. De ello podemos deducir sin temor a engaño que durante millones de años ha debido de haber suficiente oxígeno en el fondo de los océanos.

¿Pero debemos deducir que el *Neopilina*, así como una segunda especie hallada recientemente por la expedición «Vema» de los Estados Unidos, son los últimos seres vivos interesantes que descubriremos en las profundidades del mar? ¡Seguramente no! Es posible que sólo conozcamos la mitad de las especies que viven en el océano. Las expediciones realizadas en el pasado entreabrieron apenas las puertas del mundo oceánico; ha llegado el momento de dar comienzo a un estudio coordinado y en gran escala de los organismos marinos. Lograremos así una comprensión más profunda del mundo en que vivimos, y al mismo tiempo, obtendremos los conocimientos que tanto necesitamos para la utilización de los recursos del océano.

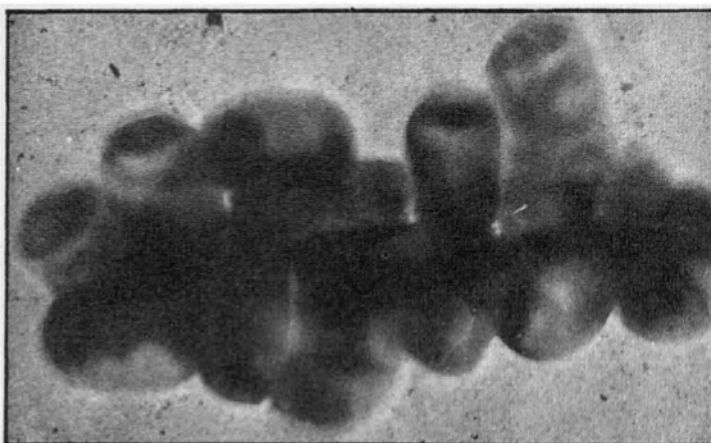
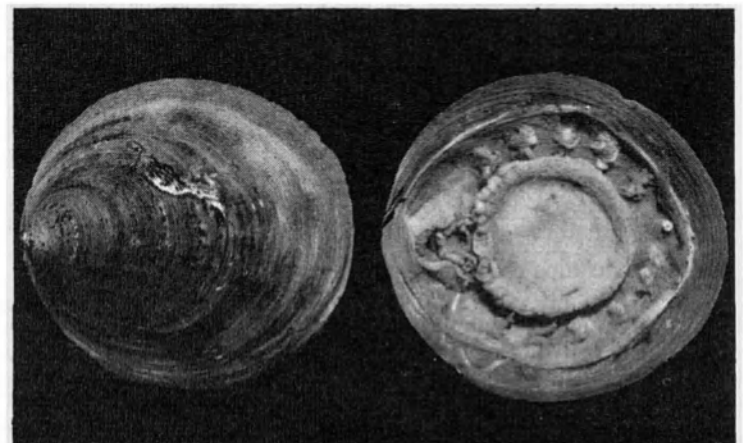


Foto © C.E. ZoBell, Scripps Institution, California



Fotos © Expediciones Galatea

UN FÓSIL VIVIENTE. El hallazgo más sensacional de la «Galatea» fue un «fósil viviente», el molusco *Neopilina* (a la derecha) perteneciente a una clase que se creía extinguida desde hacía 300 millones de años. Antes de su descubrimiento a 3.500 metros de profundidad, los zoólogos conocían cinco clases de moluscos, pero el *Neopilina* difiere a tal punto de ellas que ha sido necesario agregar una nueva especie. A la izquierda, microfotografía electrónica de bacterias que viven a 10.000 metros en la fosa de las Filipinas.

Este « pez-trípode » que brinca en el fondo del mar, ha sido fotografiado a 7 000 metros de profundidad desde el batiscafo « Trieste », cerca de Guam, Islas Marianas. Los observadores pudieron comprobar que el extraño animal se sirve de sus extremidades como de un tren de aterrizaje. El pez que aparece a la derecha de la foto, es un halo-pórfiro. Su sombra muestra la doble cola que lo caracteriza.

Foto © Georges S. Houot,
Marine nationale française

EN EL REINO DE LOS PECES-TRÍPODES

por Pierre de Latil

Cómo es posible que haya vida en las enormes profundidades marinas? ¿Qué adaptaciones deben de sufrir las criaturas vivientes en un medio esencialmente caracterizado por las tremendas presiones, las tinieblas más absolutas, y una inmovilidad casi total? La inteligencia se asoma llena de curiosidad a esas perspectivas, pues aunque forma parte de nuestro planeta, ese extraño mundo difiere quizá más de nuestras condiciones de vida que las reinantes en otros planetas. Y nuevamente nos preguntamos: ¿Cómo ha podido evolucionar la vida en esas inmensas profundidades que hasta ahora nos eran por completo inaccesibles?

En primer término hay que desmentir una noción tradicional: la de que la presión impide la vida. Todavía se aceptan ideas de otros tiempos, errores que, por ejemplo, retardaron innecesariamente el descubrimiento de la escafandra. ¿Cuántos inventores han pretendido « proteger » tan sólo el rostro y el vientre, exponiendo el resto a la presión de las aguas? Lo único que hubieran conseguido es enviar a la muerte a sus buceadores submarinos...

En efecto, imaginemos que la cabeza del nadador submarino mantiene su presión normal, mientras el resto recibe la presión de las aguas, que a 40 metros de profundidad equivale a 5 kilos por centímetro cuadrado. El casco « protector » de la cabeza se convertirá en una verdadera ventosa, que absorberá instantáneamente toda la sangre del desventurado y la expulsará por la nariz, los ojos y los oídos. En cambio, si la presión está uniformemente repartida, y el aire que se respira tiene la misma

presión que la del agua, el buceador no tendrá la menor sensación de aplastamiento. Su piel y sus humores internos mantendrán la presión habitual, y todos sus órganos trabajarán en perfecto equilibrio. Los factores físicos no limitan en absoluto la profundidad que puede alcanzar un ser viviente. Pero en cambio los factores químicos complican singularmente las cosas.

Es sabido que las reacciones químicas varían con arreglo a la presión que se ejerce sobre las diferentes sustancias. Cuando nuestra sangre está sometida a la presión atmosférica corriente, el oxígeno se combina muy bien con ella, mientras el ázoe lo hace en pequeñas dosis. Si la presión aumenta, la sangre se carga de ázoe, que es un veneno para el hombre. Sus efectos se manifiestan por una especie de embriaguez, y el nadador que bucea a demasiada profundidad (40 o 50 metros) corre el peligro de sucumbir a la « embriaguez de las profundidades »; poco a poco se irá adormeciendo, acabará por soltar el tubo de respiración y se ahogará sin remedio.

Otro peligro: al remontar a la superficie, la presión va disminuyendo y el ázoe dejará de combinarse con la sangre. Otra vez aislado, formará burbujas en el torrente sanguíneo, exponiendo al nadador al grave peligro de una embolia.

Estas nociones sobre la fisiología de los buceadores son necesarias si se quiere comprender la fisiología de los seres marinos. No existe ninguna limitación física a la profundidad a que puede alcanzar la vida. El animal se mantendrá siempre en equilibrio con su medio ambiente;

tanto la sangre como los humores y las células tendrán una misma presión exterior e interior, y las presiones opuestas se anulan. Por eso hay que desconfiar de ciertos relatos (incluidos incluso en libros científicos), donde se habla de peces que «estallan» cuando se los extrae de las grandes profundidades.

El gran oceanógrafo danés Anton Bruun, jefe de la célebre expedición de la *Galatea*, logró capturar animales marinos a 10 000 metros de profundidad, y asegura con todo el peso de su autoridad que esos peces no «estallan» al ser sacados a la superficie. ¡Otra leyenda del mar que se desvanece! La verdad es que si esos peces llegan muy estropeados a la superficie, ello se debe a que las mallas de las redes los han raspado o herido en el curso del larguísimo y difícil ascenso.

Lo que caracteriza esencialmente a un animal abisal de otro animal que habita en la superficie, es la diferencia de intercambios químicos de su organismo, es decir, su metabolismo.

El problema esencial de la biología de las profundidades es un problema de alimentación, y sus factores se van modificando notablemente a medida que aumenta la profundidad. En primer lugar debe tenerse en cuenta que toda materia orgánica —tanto en el mar como en tierra firme— procede de las plantas que la sintetizan partiendo de elementos minerales, gracias a la acción del sol que se ejerce a través de la clorofila. Las algas, pues, son el punto de partida de la cadena alimenticia, y como necesitan de la luz, viven en aguas superficiales (digamos, hasta unos 300 metros). Este límite dista de ser absoluto, pues en general no se trata de algas fijas sino libres, que flotan entre dos aguas y pueden ascender o descender según el ritmo de las corrientes.

Los animales más pequeños comen algas microscópicas, y constituyen a su vez el alimento de animales más grandes, que a su turno son devorados por otros mayores, y así sucesivamente. Pero esa caza perpetua, ese incesante comerse unos a otros no se limita a la zona en la cual penetra la luz del sol. En efecto, un banco de pequeños crustáceos que ha comido algas en la superficie, puede descender más tarde y ser devorado doscientos metros más abajo por un cardumen de pececillos, que a su vez serán perseguidos por peces más grandes que suben desde las profundidades para apoderarse de ellos. Las algas superficiales pueden ser arrastradas al fondo por las corrientes. Es decir que la zona de máxima actividad vital abarca de 1.500 a 2.000 metros de profundidad.

Pero, ¿qué comen los seres que habitan a mayores profundidades? Las migajas del festín servido en las zonas iluminadas, los cadáveres de los animales que forman el plancton, y que lueven literalmente sobre las profundidades, como un incesante caldo nutritivo.

A fuerza de ser aprovechado de piso en piso, ese maná se va enrareciendo, y por eso la fauna abisal disminuye proporcionalmente. En el fondo, sin embargo, la lluvia nutritiva se acumula, y la vida vuelve a manifestarse allí vigorosamente. Si la profundidad es muy grande, la sustancia alimenticia se agotará antes de tocar fondo; por eso los animales son poco numerosos en las fosas de 8.000, 10.000 o más metros. La fauna de esas fosas carece de alimento suficiente, porque el ciclo de la vida sólo puede ser iniciado por la acción del sol en la superficie.

Aparte de esta disminución progresiva de la fauna a medida que aumenta la profundidad, la vida abisal no posee ninguna característica constante. En ese medio ambiente tan particular, la adaptación no parece haber desempeñado un papel bien definido; tanto allí como en la tierra, la multiplicidad de formas, el inagotable «ingenio» de las soluciones parece ser la única norma. En definitiva, la ley es que no existe ninguna ley. El único rasgo común lo constituye la decoloración progresiva de los animales que viven en las capas profundas.

Veamos, por ejemplo, lo que sucede con los órganos de aprehensión de los alimentos. En ciertos peces la solución parece lógica: una boca enorme, capaz de atrapar las presas a ciegas, y que traga todo lo que se presenta. Pero otros peces presentan bocas de tamaño normal, y algunos que viven en el fondo sólo poseen una pequeña boca destinada a chupar los alimentos.

Examinemos mejor los peces de bocas desmesuradas, sobre todo los de la familia de los *Stomiadé*. Su mandíbula inferior se articula de la manera más extraordinaria,

LOS PECES-TRÍPODES (Cont.)

ASOMÁNDOSE AL MISTERIO



Documento oficial soviético

Arriba puede verse la cabina sumergible utilizada en la URSS para descender hasta 600 metros. Un proyector permite efectuar observaciones sobre la vida submarina. A la derecha, un «pez-lezna», pariente de la raya, descansa en el fondo del mar a más de 2.000 metros de profundidad. Esta foto fue tomada desde un batiscafo de la marina francesa. El pez-lezna, indiferente a la presencia del batiscafo, se posó al lado de la cabina de observación y se dejó fotografiar amablemente de perfil...



LA TRAMPA LUMINOSA DEL PEZ PESCADOR

El voraz "pez pescador de los bajos fondos" posee sobre el cráneo un filamento terminado en un fanal luminoso, que le sirve para atraer a la presa hasta su enorme boca.

Documento oficial de la URSS

por detrás del cráneo; está hecha para lanzarse hacia adelante y cerrarse luego mientras retrocede, como una excavadora mecánica. Se trata, pues, de un pez cazador, que proyecta su enorme boca, aferra la presa entre sus dientes puntiagudos (hechos para sujetar y no para masticar), y la arroja violentamente al fondo de la garganta. Como prueba de la exactitud de esta interpretación, un cierto Stomiadé, el *Malocosteus indicus*, presenta una mandíbula inferior totalmente ósea, sin paladar y sin la menor membrana tendida sobre los huesos. Como se ve, es una verdadera pala mecánica colocada delante de la boca verdadera. Un pez así armado no caza a ciegas, sino que está perfectamente equipado para tomar la iniciativa y elegir la presa.

Sin embargo, ¿cómo imaginar una cacería en un mundo sumido en las más profundas tinieblas? Podemos comprender la existencia de los « micrófagos », animales que se nutren de presas muy pequeñas y que para ello filtran el agua o buscan en el limo del fondo, pero en cambio resulta incomprensible la existencia de los « macrófagos », los cazadores de grandes presas.

Todavía más ilógico es el problema de la fosforescencia. Es sabido que numerosos animales de las profundidades emiten luces resplandecientes, diversamente coloreadas. Los oceanógrafos de la segunda mitad del siglo pasado han descrito su asombro y maravilla cuando las redes ascendían a la superficie en el curso de una pesca nocturna. William Beebe, en su batisfera suspendida de un cable, y los ocupantes de los batiscafos, han podido observar más tarde esos admirables fuegos artificiales evolucionando en las aguas profundas.

Ahora bien, ¿cómo interpretar con arreglo a nuestra lógica humana esos resplandores brillantes, esos fulgores difusos, esas múltiples coloraciones? Cabe imaginar que los peces cazadores se iluminan como lo hace un automóvil para poder avanzar en plena noche, pero es indudable que la luz que proyectan en el agua es insuficiente para permitirles distinguir la presa. Además, ¿por qué algunos de sus fanales están situados a los lados del cuerpo? ¿Por qué esas « luces de posición » en la parte trasera, o esos fanales al extremo de largas antenas? Y

sobre todo, ¿qué sentido puede tener esa luz para seres que en su mayoría son ciegos?

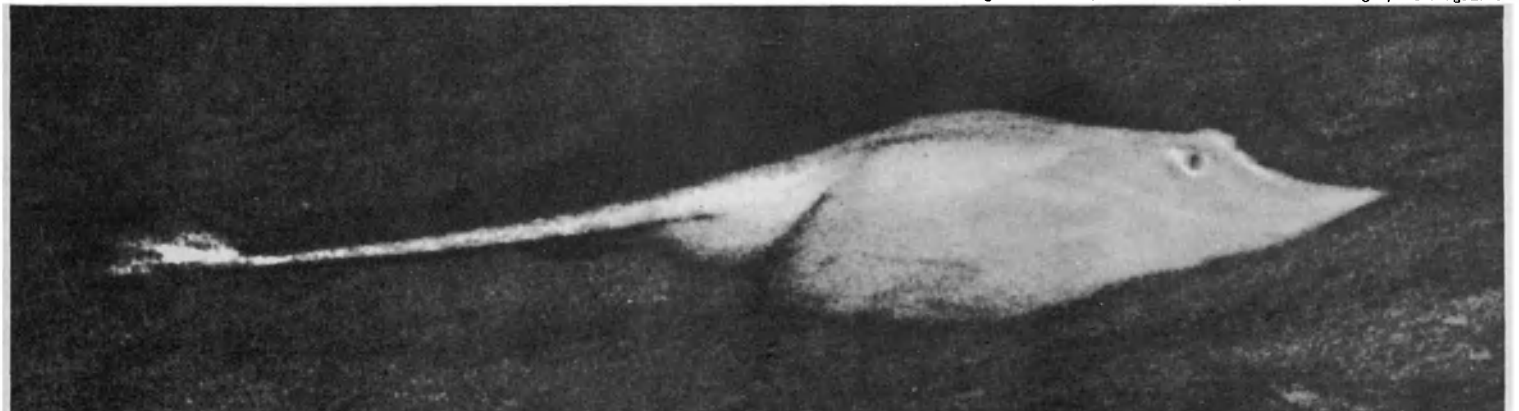
Puede pensarse que la luz no sirve para iluminar sino para atraer a la presa. Esto parece exacto en el caso de ciertos peces, parientes cercanos del « pez sapo », que tienen unos filamentos sobre la cabeza en cuyo extremo hay un fanal luminoso. El pez agita los filamentos delante de su boca abierta, y la presa se precipita en la trampa. El « record » en esta materia lo posee un pez capturado por la *Galatea* y que se denomina precisamente *Galatheauma*. Dicho animal tiene un fanal luminoso... ¡dentro de la boca! Imposible imaginar nada más apropiado... pero el problema sigue en pie, por la sencilla razón de que la mayoría de las presas de estos peces carecen de ojos. ¿Qué deducir en consecuencia? Incluso cabe pensar que la emisión de luz puede ser un peligro en vez de una ventaja, puesto que señala la presencia del animal a otros dotados de ojos e igualmente cazadores...

¿Qué hay que entender por peces ciegos? En las zonas abisales se observa toda la gama de la pérdida de la vista, hasta la desaparición completa del aparato ocular. Se sabe, no obstante, que muchos peces abisales tienen ojos perfectamente constituidos. ¿Para qué pueden servirles en las tinieblas más absolutas? El rompecabezas se complica al comprobar que los habitantes de las profundidades no reaccionan a los faros de los batiscafos: los rayos de los proyectores no los perturban, trátense de un pequeño cangrejo o de un enorme escualo a la caza de alimento...

Y sin embargo hay algo todavía más desconcertante: el caso de los parásitos machos de ciertos Cerates. Es sabido que en algunas especies de animales el macho es más pequeño que la hembra, pero aquí se trata de machos tan minúsculos que viven como parásitos, aferrados a la piel de su « compañera », convertidos en meros apéndices. Unidos al sistema sanguíneo de la hembra, no tienen otro órgano que el sexual, y casi puede decirse que no existen.

He ahí otros tantos misterios capaces de hacer pensar al menos imaginativo de los hombres. ¡Todo un universo biológico por descubrir! ¿Cuántas sorpresas nos esperan en esa profunda noche líquida que apenas se abre a nuestra exploración, y que sigue cerrada a nuestra lógica?

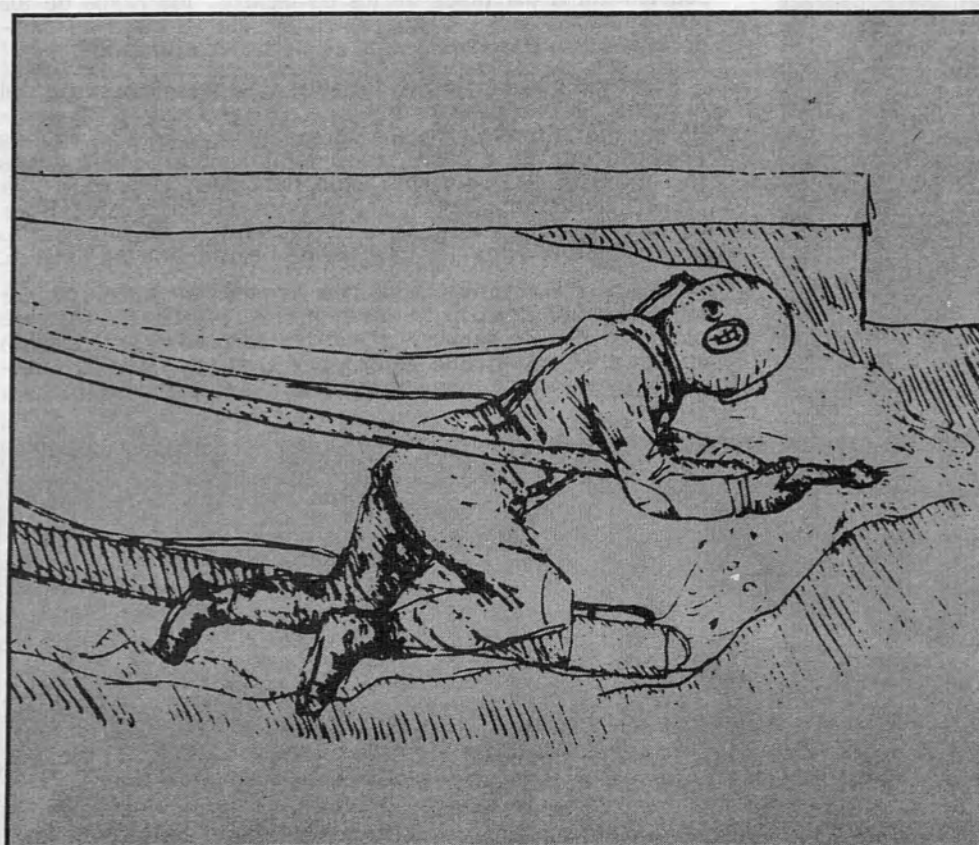
Capitán Georges S. Houet, Marina Francesa, National Geographic Magazine

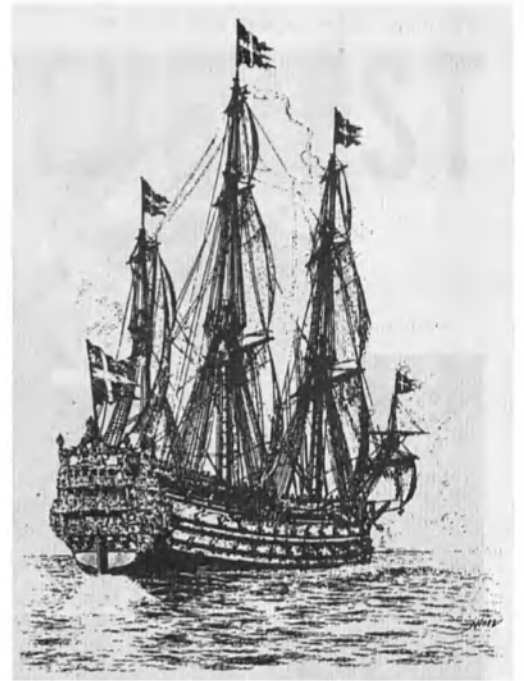
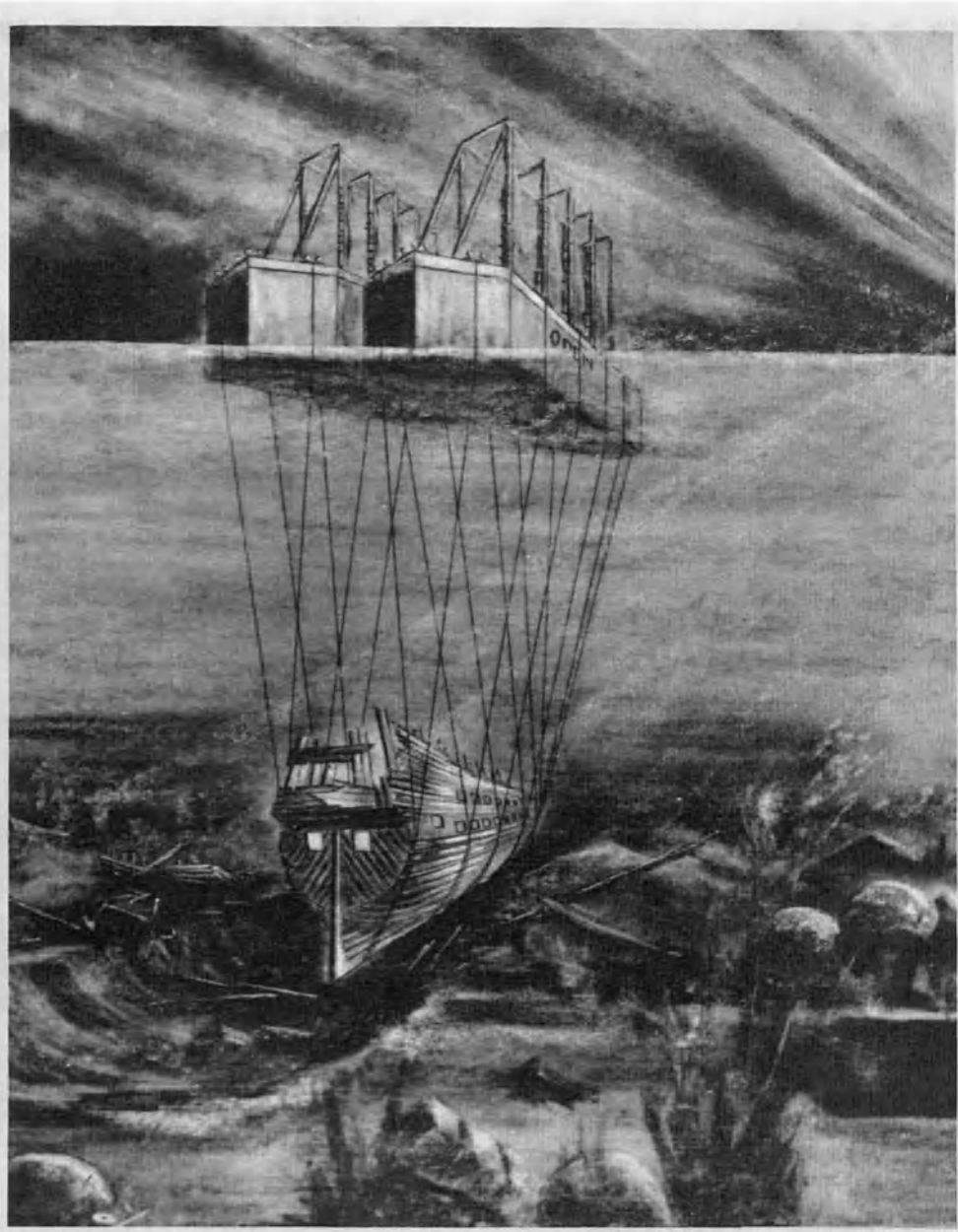




300 AÑOS BAJO EL MAR

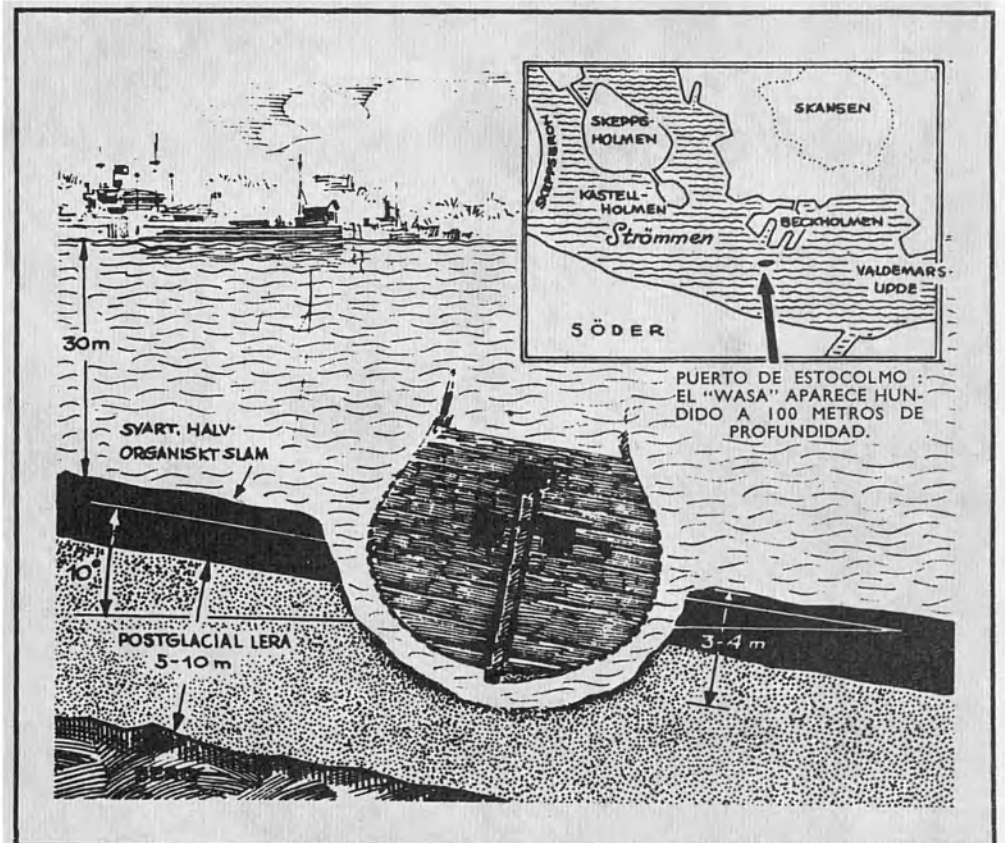
Hace algún tiempo, un aficionado al buceo descubrió que una protuberancia en el fondo del mar, frente al puerto de Estocolmo, no se debía a la acumulación de sedimentos, sino que se trataba de los restos del « Wasa », navío de guerra hundido hace trescientos años. Los expertos llegaron a la conclusión de que se podría recuperar el barco con ayuda de pontones y de cables, según el método utilizado desde el siglo XVII. Los buzos de la marina sueca no tardaron en descubrir gran cantidad de objetos del más alto interés. Salieron así a la superficie, adornos de madera esculpida y de metal, un cañón de bronce, y parte del timón. El « Wasa » era el más hermoso navío de guerra del rey Gustavo Adolfo; el 10 de agosto de 1628, cuando se preparaba a hacerse a la mar, se hundió en pocos minutos en las aguas del puerto. En agosto de 1959 se terminaron los seis túneles destinados a pasar sendos cables bajo la quilla, pero el salvamento del « Wasa » planteó muchas dificultades imprevistas. Después de diecisiete maniobras diferentes, se logró que el barco quedara a 15 metros de fondo en vez de los 32 iniciales, y a sólo 75 metros de la costa. Sin embargo, se estima que todavía se requerirán uno o dos años de trabajos y estudios antes de volver a poner a flote el magnífico navío.



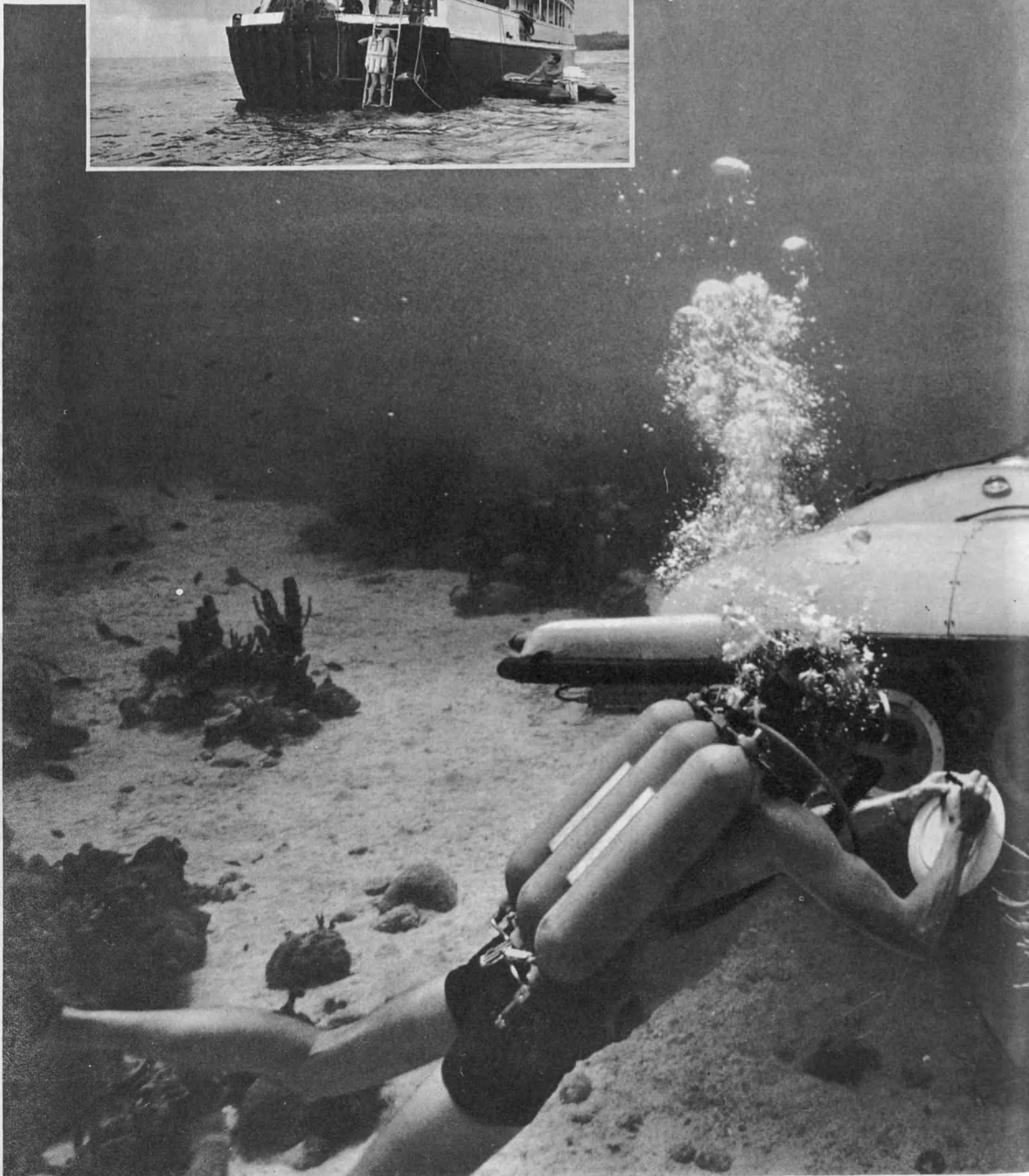
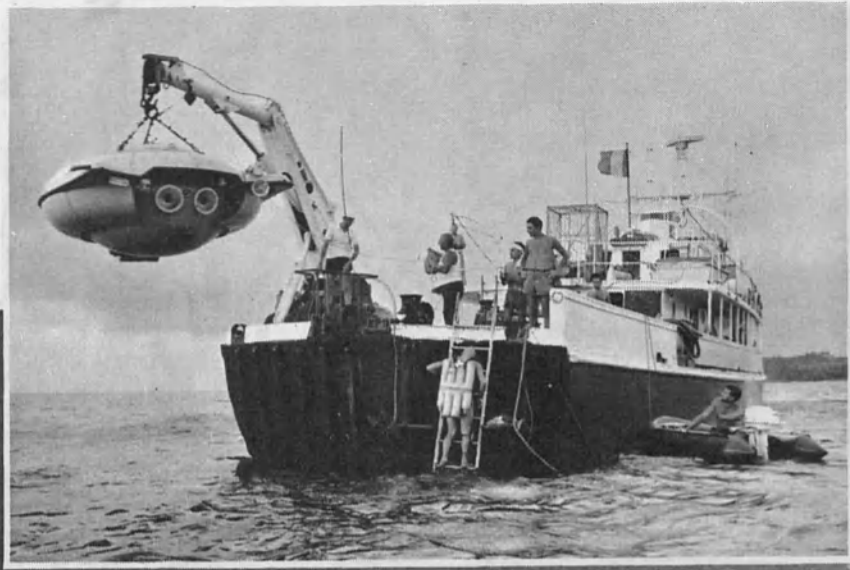


Esta cabeza de león (foto de la izquierda) era el mascarón de proa del « Wasa ». Diversas figuras de tritones, de hombres armados y de sirenas han sido igualmente extraídas del fango. A la izquierda, al costado, se ven los pontones y cables destinados a levantar el navío. Los pontones no cuentan con el suficiente punto de apoyo, dada la longitud total del barco (50 m.). Sin embargo, pueden levantar 1.200 toneladas cada uno, y el « Wasa » sólo pesa 700 toneladas bajo el agua. Abajo se ve el emplazamiento del buque hundido, y la posición de la quilla despejada por los buzos. En el centro, el agua y el limo son expulsados a la superficie. A la izquierda se ve a un buzo mientras excava el fango del fondo, a fin de hacer pasar los cables bajo el casco del « Wasa ».

Extraído de Wasa, por E. Clason y A. Franzen.
© Nordiska Uppslagsböcker, Estocolmo.



A LA CO



INQUISTA DEL ANTI-EVEREST

por

Jacques-Yves Cousteau

El « PLATO BUCEADOR » que vemos aquí descansando en el fondo del mar, es un equivalente acuático del helicóptero : liviano, capaz de las más variadas maniobras, puede posarse en cualquier fondo hasta 300 metros de profundidad. Protegido por una escafandra autónoma, el comandante Cousteau (autor del presente artículo) escribe sus instrucciones a los tripulantes del plato buceador, que podrán leerlas a través del ojo de buey. El aparato, fabricado por técnicos franceses, pesa solamente tres toneladas y media, y puede ser guardado fácilmente en la sentina de su buque-madre, el Calypso (arriba a la izquierda). En su interior se instalan el piloto y un observador, que se asoman al misterioso mundo marino a través de los cristales de los ojos de buey (abajo, a la derecha).



Nuestra vida está condicionada por el mar. Para persuadirse de ello no es necesario pensar en nuestros antepasados acuáticos, o sentar hipótesis sobre el origen marino de la primera célula viviente. Los hombres de hoy, como los de ayer, dependen del mar puesto que éste gobierna los climas, alimenta la nebulosidad atmosférica, y por lo tanto las lluvias, los lagos y los ríos. Sin agua no hay alimentos, incluso en las regiones más continentales donde las poblaciones no han visto jamás el mar y hasta ignoran su existencia.

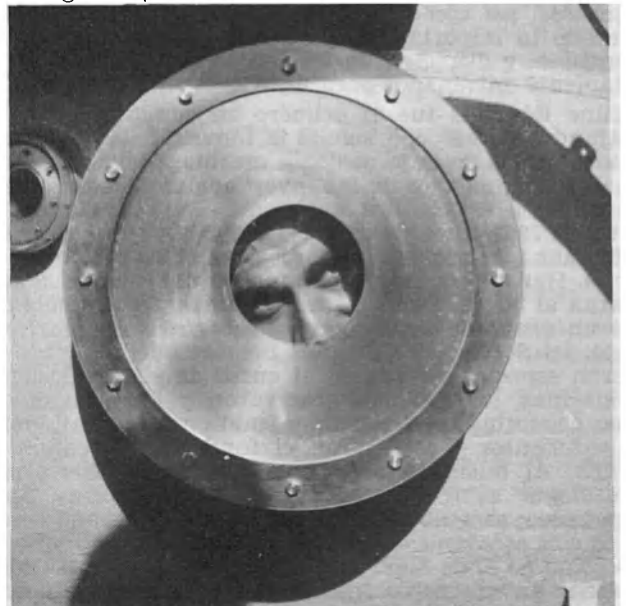
Hasta hoy, sin embargo, los océanos han opuesto obstáculos formidables a la curiosidad y a la comprensión de los hombres. Los primeros viajes por mar fueron inciertos y peligrosos a causa de las inmensas distancias y la violencia de las tempestades. La hostilidad del ambiente marino descorazonaba a los audaces buceadores o les imponía estrechos límites. Hasta los pescadores, que extraen sus alimentos de las profundidades, están reducidos todavía a actuar a ciegas: son los únicos cazadores que no ven o no conocen sus presas. Por último, los oceanógrafos hacen descender sus instrumentos al azar, y están en una situación parecida a la de los exploradores que partieran para descubrir un nuevo continente, llevando un equipo perfeccionado... y una venda en los ojos.

Ver bajo el agua a fin de comprender e interpretar mejor, constituirá una necesidad imperiosa en el futuro. Lo que ayer era imposible, puede ya ser llevado a cabo gracias a una serie de conquistas que, iniciadas con la invención de la escafandra autónoma, acaba de culminar con la histórica inmersión del batiscafo « Trieste ». A partir

SIGUE A LA VUELTA

El comandante Jacques-Yves Cousteau, mundialmente famoso por sus expediciones submarinas efectuadas desde la « Calypso », es asimismo co-inventor de una escafandra autónoma, y director del Museo Oceanográfico de Mónaco. Preside actualmente la Confederación Mundial de Estudios Submarinos.

Fotos © les Requins Associés



de ahora nos es posible descender a todas las profundidades marinas, para observar lo que ocurre en ellas y tomar parte activa en la vida submarina.

Desde la superficie a los cuarenta metros de profundidad: 15 millones de kilómetros cúbicos abiertos a la curiosidad de los nadadores provistos de escafandras autónomas. Es la capa más llena de vida, la que baña los litorales y en la que se elabora por fotosíntesis casi toda la materia vegetal producida por los océanos. La vida sigue en ella la alternación de los días y las noches, el ritmo de las estaciones. Al ponerse el sol, miríadas de animales que viven hasta 600 metros de profundidad, ascienden cerca de la superficie para nutrirse de algas microscópicas o devorarse entre ellos. Al alba, temerosos de la luz por diversas razones, esos intrusos vuelven a sumergirse en las regiones donde sólo un débil resplandor se abre camino.

Por lo regular, el agua del mar es límpida. En alta mar es frecuente encontrar una visibilidad de más de 60 metros. La vista desempeña entonces un papel preponderante. Provisto de una máscara, el buceador aprovecha sus ojos tal como lo haría un pez. Seguro de sus movimientos, se siente perfectamente cómodo y hasta se permite incursiones audaces. Los peces voladores simbolizan esas aguas superficiales de alta mar donde abundan, cazados despiadadamente durante el día por los corífenos o los caranx, y de noche por los calamares que ascienden de las profundidades. El cristal de las aguas se pone lechoso en primavera, cuando el mar florece. A lo largo de la costa batida por las olas y lavada por las mareas, el agua sigue siendo clara. Pero en las proximidades de los puertos o los estuarios, innumerables partículas en suspensión refractan la luz, y a veces los buceadores no alcanzan a distinguir sus propias manos. En esas aguas turbias, cargadas de sustancias aluvionales o finos granos de arena, muchos microorganismos sucumben, ciertas algas y la mayoría de los corales no pueden sobrevivir. Pero los peces pululan allí movidos por el hambre o el temor. Los ojos no les sirven de nada en ese «puré de arvejas», pero otros sentidos los reemplazan: por ejemplo, la línea lateral que les permite interpretar las menores ondas de presión, informándolos de todo lo que sucede en esa espesa niebla.

Los geólogos aprenden a nadar

Desde la más remota antigüedad, los pescadores de perlas y de esponjas se han zambullido en la «capa asoleada» sin el auxilio de la escafandra. Gracias al aire encerrado en sus pulmones, pueden resistir de uno a dos minutos. Tal como ellos, los cazadores submarinos se sumergen por pocos instantes, y se concentran en la búsqueda de sus presas. Ni unos ni otros tienen tiempo para dedicarse a hacer observaciones sistemáticas.

En la capa asoleada, los buceadores provistos de aparatos respiratorios pueden permanecer unos 20 minutos bajo el agua, en el curso de los cuales disponen de amplia libertad de movimientos y de la máxima seguridad posible. Hasta los 40 metros, la inmersión se ha vuelto tan sencilla, que escapa ya a la esfera profesional. ¡Mucho más fácil es enseñar a zambullirse a un geólogo que enseñar la geología a un buceador! La mayoría de los institutos y navíos oceanográficos, así como los laboratorios marinos, han comprendido la importancia del buceo para la investigación científica, y disponen de un equipo de especialistas perfectamente entrenados para usar la escafandra autónoma.

Milne Edwards fue el primero en sumergirse con una escafandra de casco, y señaló la importancia de la observación directa para la zoología marina. Más tarde, Pierre Drach fue el pionero de las investigaciones realizadas con ayuda de la escafandra autónoma. Bajo su dirección, a partir de 1951, los buceadores de la «Calypso» procedieron a efectuar recolecciones metódicas en el Mar Rojo. En Alemania, Hans Hass logró que muchos universitarios se dedicaran al buceo. En los Estados Unidos, Woods Hole organizó un grupo de exploración y fotografía submarinas. A bordo del *Scripps*, los jóvenes hombres de ciencia descubrieron especies nuevas en el curso de sus exploraciones submarinas, los geólogos observaron y filmaron el fenómeno denominado «cascading», midieron la resistencia de los sedimentos y estudiaron el fondo de un cañón submarino. Al mismo tiempo nació en el Mediterráneo la arqueología submarina. Para descubrir nuevas fuentes de petróleo, se utilizaron los servicios de buceadores equipados con escafandras autónomas, tanto en el Golfo Pérsico como en el de México. El buceo se ha convertido rápidamente en un medio indispensable para la exploración

sistemática de los océanos, y se ha llegado a utilizarlo incluso en las expediciones polares.

En tierra firme, puede decirse que el volumen verdaderamente habitado abarca una capa que va del suelo hasta la copa de los árboles más altos. Esa capa representa unos 4 millones de kilómetros cúbicos... ¡Apenas un poco más de la cuarta parte de la capa superficial de los océanos a la que tienen acceso los buceadores!

A partir de los 40 metros, la luz parece irradiar de todos lados, sin que las sombras se proyecten. Mirando hacia la superficie, no alcanza a verse ya el reflejo tranquilizador del sol. Los buceadores provistos de escafandras autónomas sienten los primeros síntomas de la «embriaguez de las profundidades», o sea, de la narcosis por el ázoe, que amenaza su seguridad al adormecer su instinto de conservación. La presión, las tinieblas y el frío son otras tantas manifestaciones de la hostilidad del medio marino hacia el hombre. A 300 metros de profundidad, en la parte visible del espectro luminoso sólo queda un vago resplandor, que basta para distinguir los objetos muy cercanos una vez que los ojos se han habituado a la oscuridad. Más abajo, es la noche cerrada.

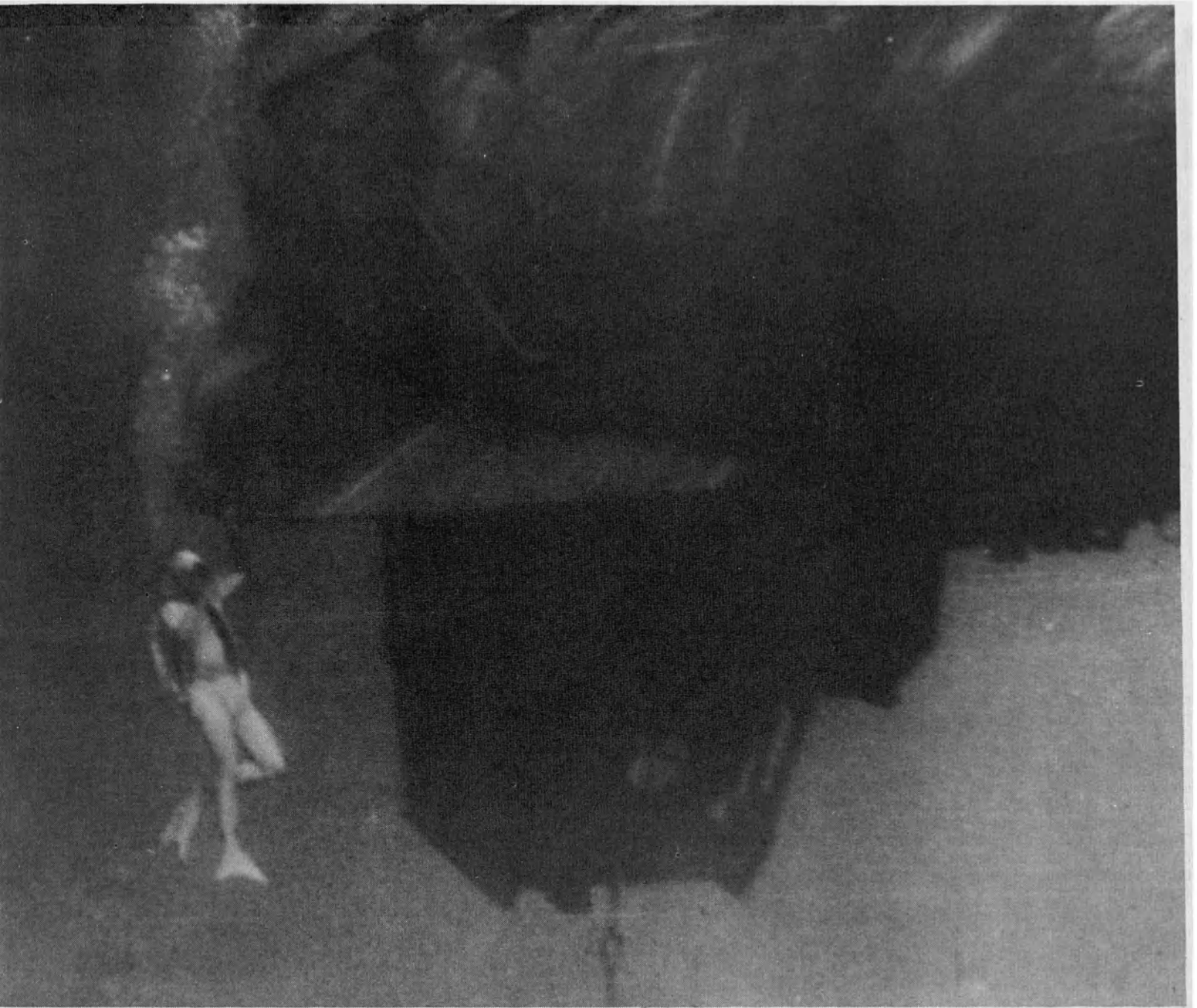
El vértigo de las grandes profundidades

La «zona crepuscular» (80 millones de kilómetros cúbicos) abarca la totalidad de las provincias marinas denominadas *plataforma continental*. Con frecuencia incluye las abruptas faldas del *talud*. Se trata de una zona muy rica, bastante poco conocida aunque constituya el terreno preferido para la pesca mayor. La plataforma continental representa el 8 % de la superficie de los océanos, o sea, una superficie apenas inferior a la de Asia.

Las escafandras livianas han permitido bucear en la capa crepuscular: respirando aire corriente, algunos buceadores italianos han conseguido llegar durante pocos segundos a los 120 metros de profundidad. Con una mezcla de helio y oxígeno, un inglés ha bajado a 165 metros. Pero esas incursiones tienen carácter de acrobacias, y unos pocos instantes de exploración se pagan con horas y horas de decompresión bajo vigilancia médica. Entre los 40 y los 300 metros, el explorador debe protegerse dentro de un envoltorio rígido, ya sea una cabina suspendida de un cable o un pequeño submarino autónomo. La Oficina Francesa de Investigaciones Submarinas y la «Calypso» acaban de poner en funcionamiento con todo éxito uno de esos submarinos, capaz de bajar hasta 300 metros, y cuya forma lenticular justifica su denominación de «plato sumergible». El plato pesa solamente tres toneladas y media, puede ser transportado fácilmente en la cala de un barco de 40 metros de largo, y es tripulado por dos personas que cumplen las funciones de piloto y observador. Puede mantenerse bajo el agua más de 12 horas, cuenta con una carga de electricidad que dura 6 horas, y alcanza la modesta velocidad de 3 kilómetros por hora, más que suficiente para la exploración. El plato es propulsado a reacción (hidrochorro). Su forma ha sido especialmente diseñada para darle la máxima movilidad. Tiene un compás giroscópico, sondas proyectables en tres direcciones, un radioteléfono, un magnetófono, cámaras fotográficas y de cine, y una «mano» hidráulica para arrancar muestras.

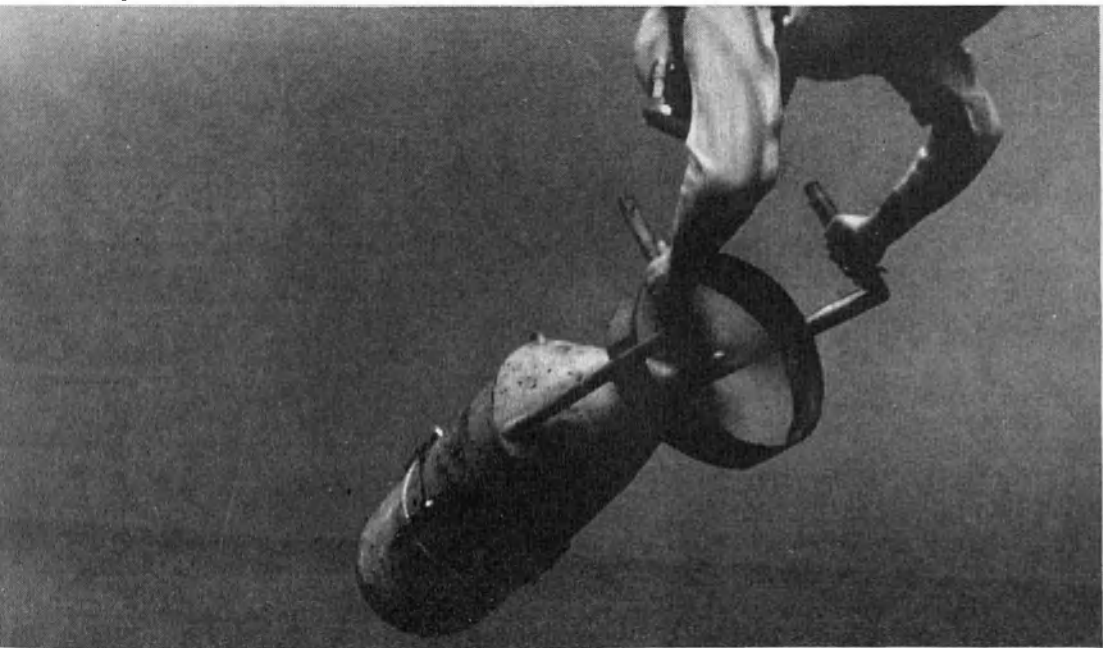
El plato sumergible equivale, en la zona crepuscular, a la escafandra autónoma en la zona asoleada. Después de 16 inmersiones de ensayo y adiestramiento en las Antillas, las islas de Cabo Verde y Oórcega, el primer plato ha iniciado su carrera científica: los profesores Edgerton, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, y Pérès, de la Facultad de Aix-Marsella, han descendido en él para realizar investigaciones, y varios otros hombres de ciencia se preparan a seguirlos a partir de este verano. En un futuro cercano la zona crepuscular será invadida por una multitud de platos sumergibles.

Cuando, a bordo de una de estas máquinas, se llega al límite de la plataforma continental, el observador contempla con sorpresa la brusca caída del talud. Vivamente iluminado por los proyectores, el fondo marino baja abruptamente hasta perderse de vista en las profundidades azules. Hay que luchar contra una ligera sensación de vértigo... Pero el plato sumergible desciende a su vez, con una inclinación que llega a 30 o 35 grados, siguiendo la pendiente del talud. Con frecuencia la ladera presenta cañones submarinos, angostos y profundos, como escalinatas gigantescas. Los mejores aparatos sondeadores a base de ondas sonoras serían incapaces de transcribir lo que el observador alcanza a ver por los ojos de buey del

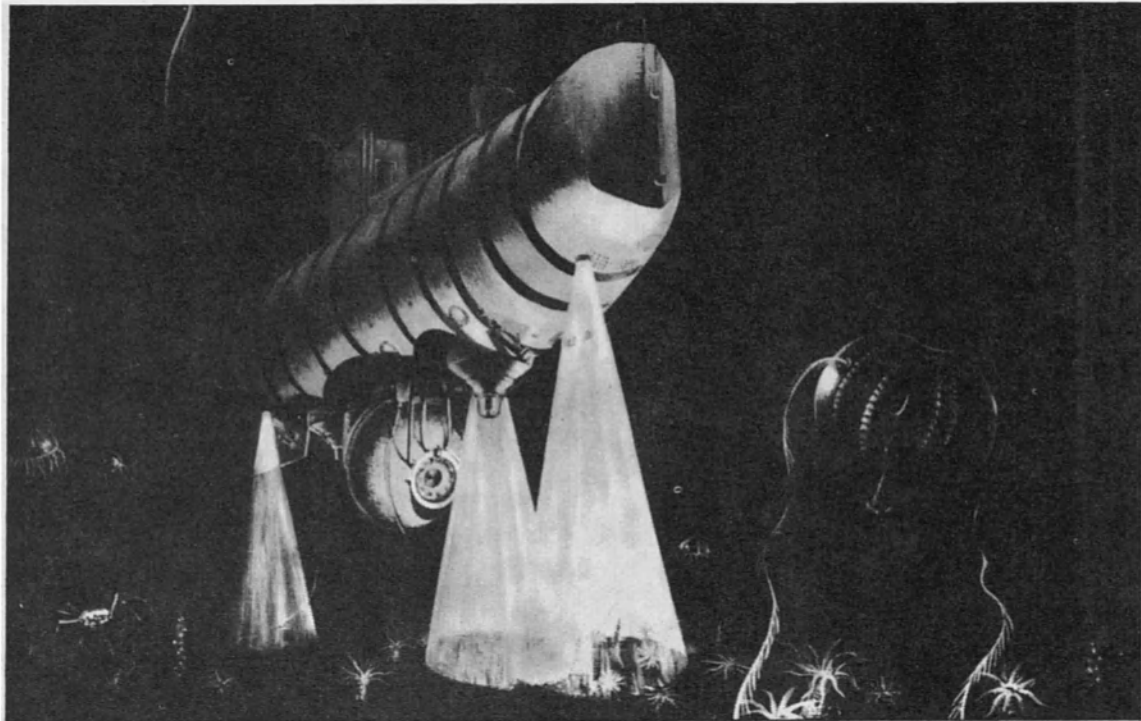


Marina francesa y National Geographic Magazine

© OFRS Les Requins Associés



EL FNRS 3 (arriba) es un batiscafo construido al mismo tiempo que el «Trieste» en 1952-1953, basándose en la invención del profesor Piccard. Un sistema de electroimanes mantiene adherido al casco el lastre metálico necesario. Antes de cada inmersión, un equipo de buzos (como el que se ve en la foto) quita las chavetas que sujetan los electroimanes mientras el batiscafo es llevado a remolque. Desde el interior del FNRS 3, los tripulantes controlan la operación, pues si los electroimanes no soltaran el lastre en el momento necesario, el batiscafo no podría remontar a la superficie. Provistos de escafandras autónomas, los buceadores se desplazan bajo el agua con ayuda de pintorescas motonetas submarinas (foto de al lado). Un motor eléctrico las impulsa durante tres horas, a una velocidad de tres nudos.



(Dibujo de Barney M. Reid © Navy League of the United States, 1960).

EL «TRIESTE», batiscafo de dos metros de diámetro, se sumergió el 23 de enero de 1960 hasta 10 kilómetros bajo el agua para explorar la fosa oceánica más profunda que se conoce, en la zona de las islas Marianas, en el Océano Pacífico. Por primera vez el hombre pudo observar la vida misteriosa de esas enormes profundidades, a las que jamás había llegado un rayo de luz.

submarino. Pero a 300 metros hay que detenerse, pues para seguir bajando hace falta un submarino que todavía no ha pasado del plano teórico. No obstante, los dos batiscafos ideados por Piccard, así como el FNRS 3 y el «Trieste», son capaces de descender, a modo de ascensores sin cables, hasta 4.000 metros de profundidad. Dos veces he tenido la oportunidad de descender en batiscafo, en compañía del comandante Houot, en el cañón de Tolón. Más o menos accidentados, más o menos recubiertos de limo, los «precontinentes» presentan una falda que baja bruscamente hacia las monótonas extensiones llanas del fondo marino.

Las «profundidades medias» han sido sobrepasadas ya unas sesenta veces por los batiscafos FNRS 3 y «Trieste», basados en el principio de un gran flotador de gasolina, que asegura la flotabilidad de una pesada barquilla de acero. Estos aparatos delicados, lentos y muy pesados, son las gloriosas vanguardias de la exploración submarina. Pero sus principios teóricos datan de antes de la última guerra, se los ha llevado a la práctica con mucho retraso, y puede decirse que antes de nacer ya estaban pasados de moda.

Hoy en día es necesario prescindir de cualquier clase de flotador hasta los 4.000 metros de profundidad. La técnica de las estructuras huecas ha hecho tales progresos, que se podrán construir pequeños submarinos capaces de resistir presiones de 400 atmósferas con un coeficiente aceptable, y dotados al mismo tiempo de una flotabilidad suficiente.

El proyecto norteamericano para la construcción de ese tipo de submarinos se denomina «Aluminaut», y tiene en cuenta todas las posibilidades actuales en materia de aleaciones metálicas livianas.

El «Aluminaut», que llevará 3 hombres a bordo y un equipo científico completo, podrá explorar los fondos marinos a varios miles de metros de profundidad. Su pequeño tamaño permitirá que un navío oceanográfico lo lleve a bordo hasta la zona donde deberá sumergirse.

En Francia, el organismo oficial encargado de las investigaciones oceanográficas estudia un proyecto de submarino ultraliviano y sumamente manejable, en cuya construcción se utilizarían las materias plásticas más recientes. Las investigaciones técnicas se han visto simplificadas por la adopción de un coeficiente de seguridad tanto más débil cuanto que las presiones son más elevadas (lo que es lógico, puesto que las variaciones *relativas* de presión, debidas a modificaciones accidentales de inmersión, son menores en un submarino destinado a bajar a 4.000 metros que en otro que se mueve a 400 metros). A menos que se descubran nuevos materiales de construcción, no habrá

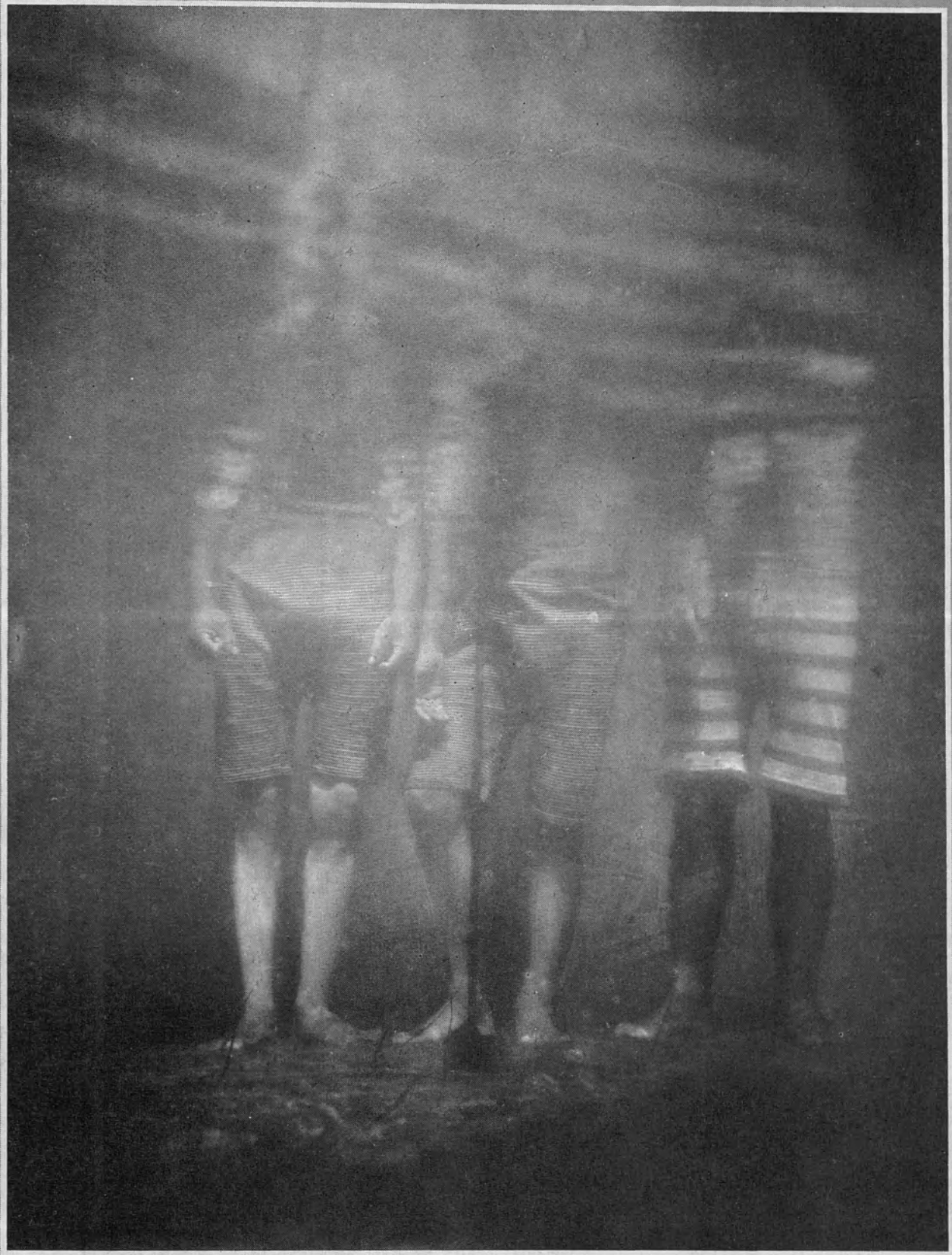
modificaciones fundamentales en los años próximos, y quizá en las próximas décadas.

A la espera del «Aluminaut» y de otros vehículos equivalentes, los batiscafos han abierto nuevas perspectivas a nuestros conocimientos de las «profundidades medias». Los resultados obtenidos por el FNRS 3 son muy positivos. Entre las múltiples observaciones realizadas a través de sus espesas ventanillas de plexiglás, se han podido comprobar dos hechos de carácter general: 1) *la densidad del plancton no disminuye proporcionalmente a la profundidad*, y con frecuencia se encuentran capas muy densas de plancton a profundidades de 1.000 metros; 2) *el fondo del mar*, casi siempre cubierto por espesas capas de sedimentos, *posee una vida subterránea muy intensa*. En cada metro cuadrado se observa gran cantidad de agujeros, pequeños o grandes, que constituyen las madrigueras de distintos animales prácticamente desconocidos para la ciencia.

Las grandes fosas oceánicas (Marianas, Filipinas, Tonga, Puerto Rico, etc.), son surcos tan estrechos como profundos, situados en su mayoría en el océano Pacífico. La región correspondiente a estos abismos se inicia a partir de los 6.000 metros, y sólo representa el 2 % de la superficie total de los mares. Pero se trata de regiones críticas de la corteza terrestre, en la que ésta es sumamente delgada y se halla sujeta a una gran actividad sísmica. Por eso el estudio sistemático de las fosas abisales presenta un interés apasionante, y se están diseñando y hasta construyendo los «superbatiscafos» destinados a explorarlos.

Los superbatiscafos estarán provistos de enormes flotadores de gasolina u otros líquidos livianos; tendrán forma esférica, y llevarán consigo un considerable equipo científico. Dotados de fuentes de energía propias, podrán operar a una velocidad y con un radio de acción satisfactorios. Y como quien puede lo más puede lo menos, estos superbatiscafos estudiarán también las vastas provincias adyacentes, entre los 4 y los 6.000 metros, que los submarinos del tipo «Aluminaut» no podrán alcanzar.

El batiscafo «Trieste», provisto de una esfera especial, ha podido llegar al fondo de la fosa de las Marianas, conquistando así el «anti-Everest». Esta hazaña constituye un acontecimiento capital para la historia de la oceanografía, pero en realidad no ofrece ninguna perspectiva positiva para el futuro de las exploraciones abisales. El «Trieste» no está adaptado para operar en las máximas profundidades, que serán algún día el escenario al que descenderán los superbatiscafos, mucho mejor mejor equipados para satisfacer la curiosidad y las necesidades de la ciencia.



LA CÁMARA FOTOGRÁFICA TOMA SU PRIMER BAÑO. Las fotografías bajo el agua remontan a fines del siglo pasado. La que aquí reproducimos, tomada en 1898 por el profesor Louis Boutan, del Museo de Historia Natural de París, ostenta la leyenda siguiente : «Instantánea de las piernas de los tripulantes, metidos en el agua hasta la cintura». Boutan empleaba ya la luz de magnesio para sus fotografías bajo el agua.

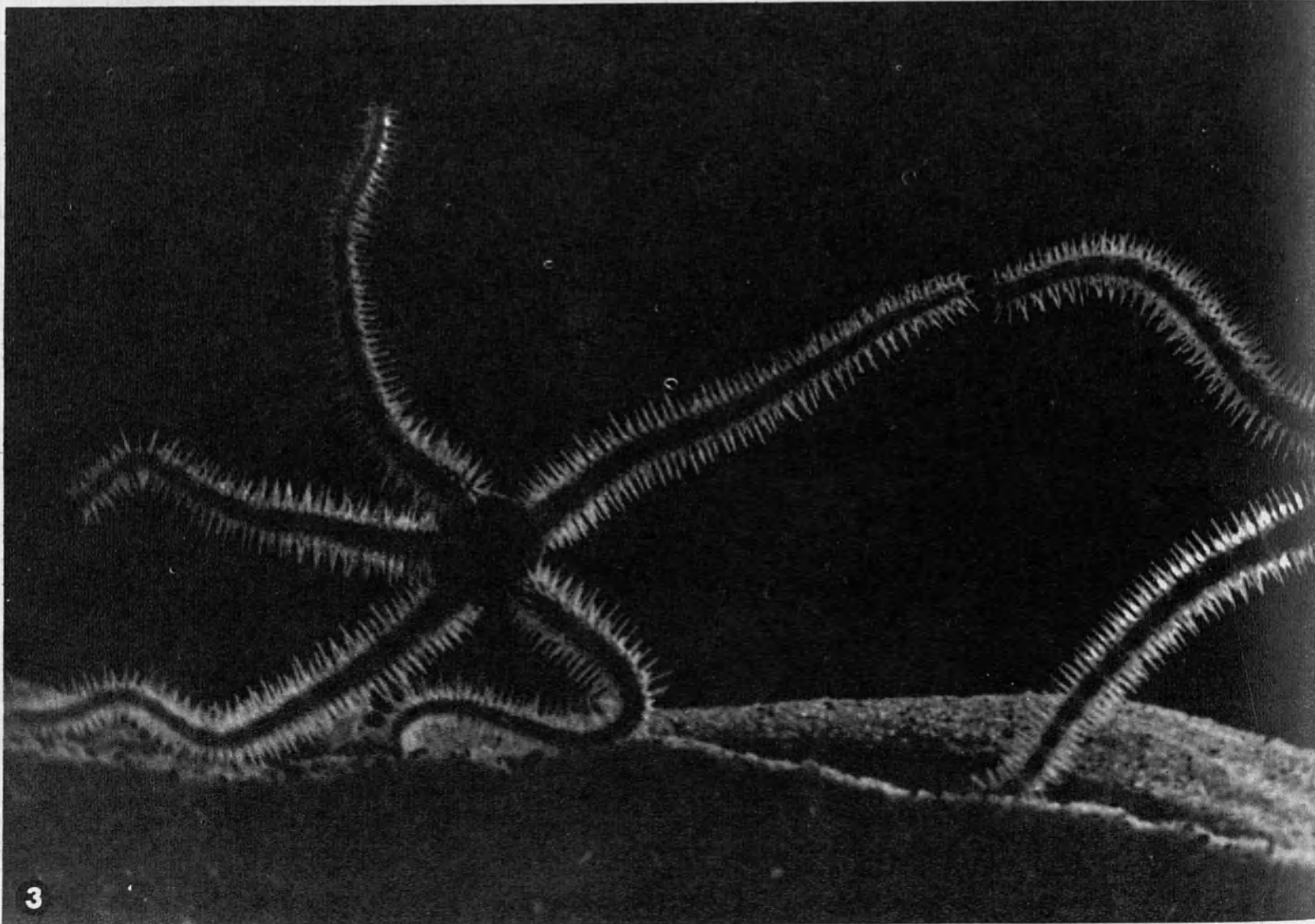
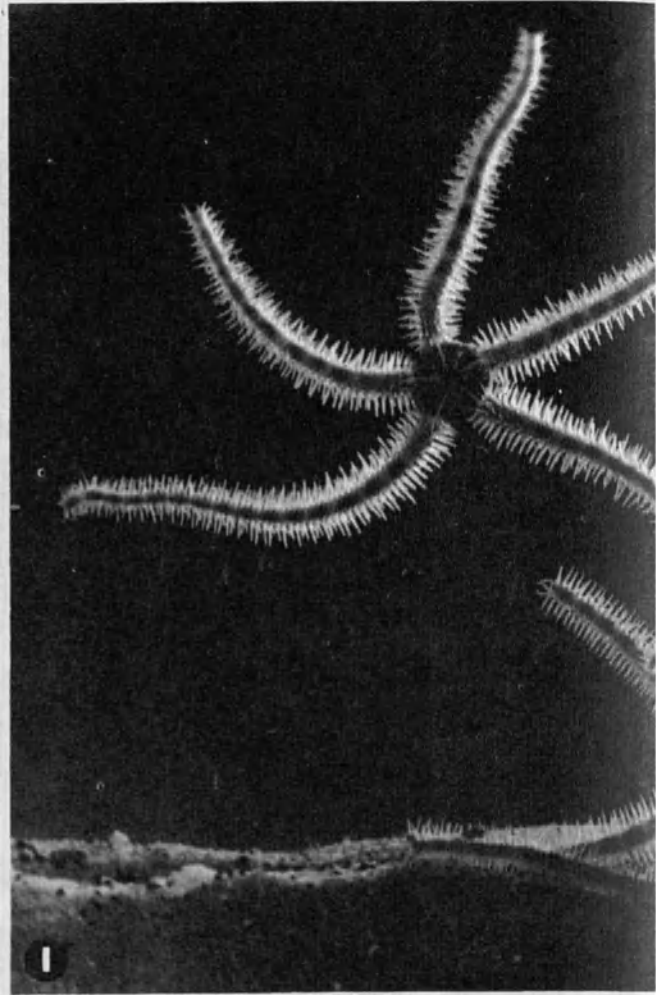
PHOTOG. SOUS-MARINE 1898
par LOUIS BOUTAN

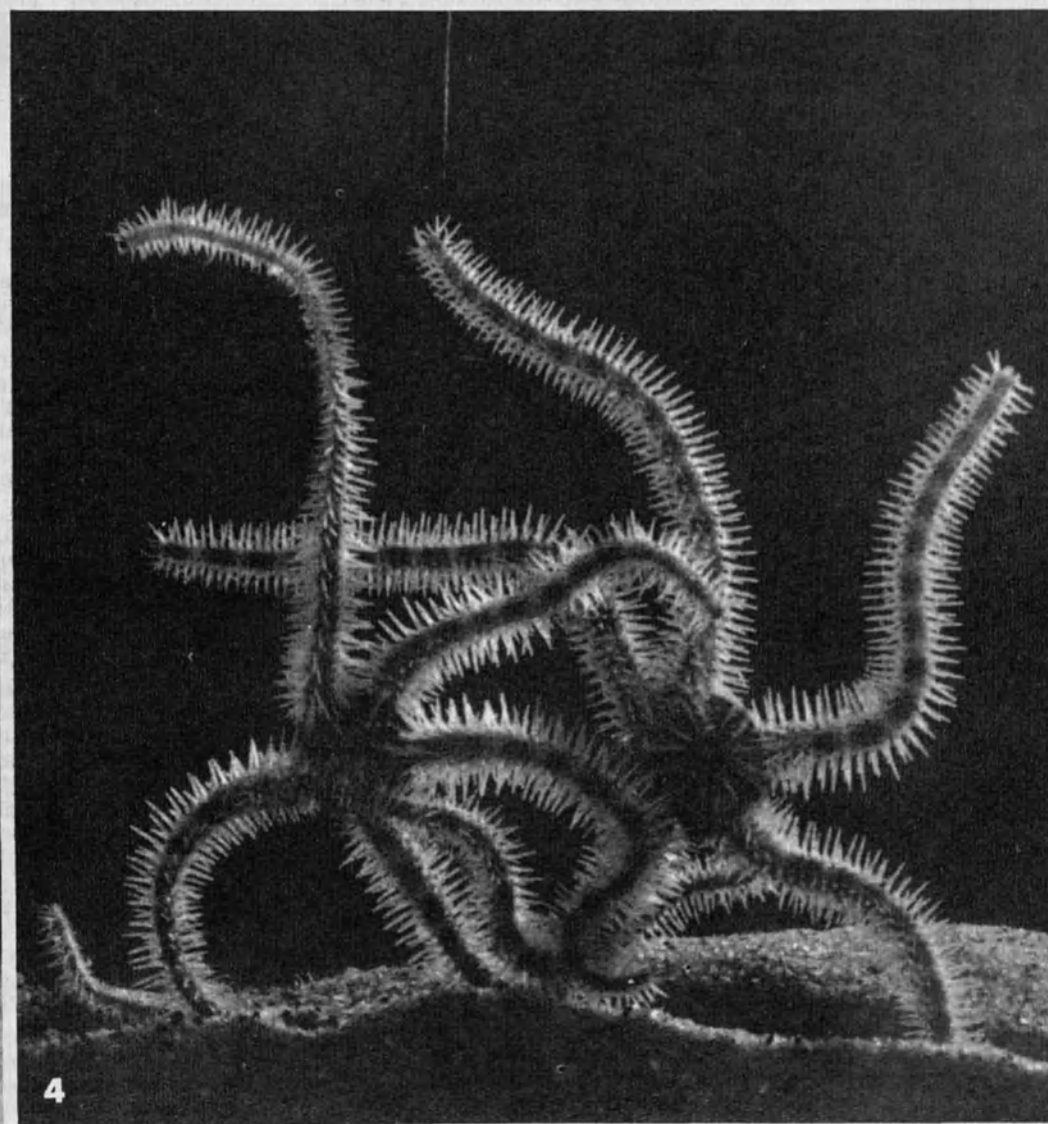
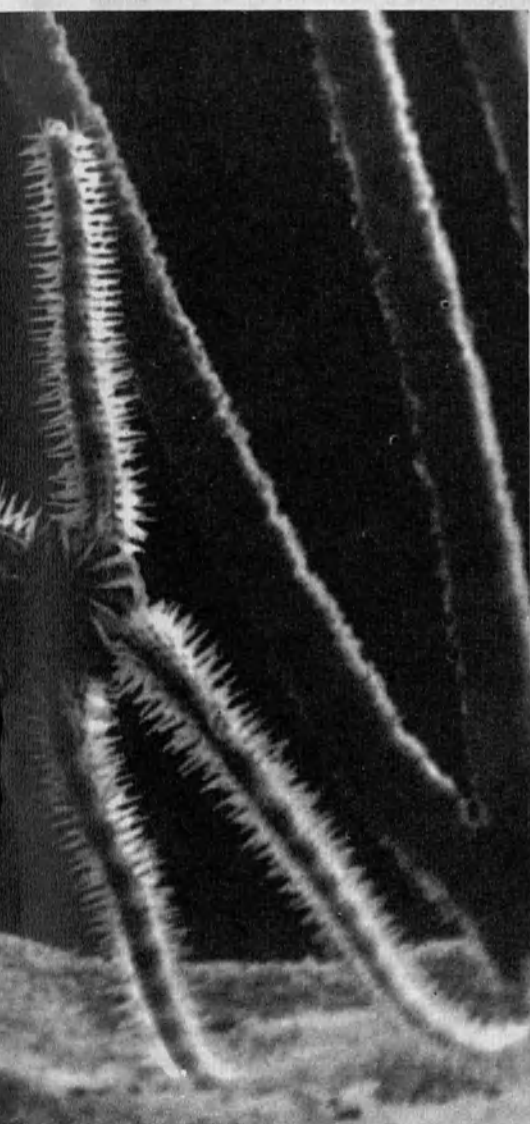
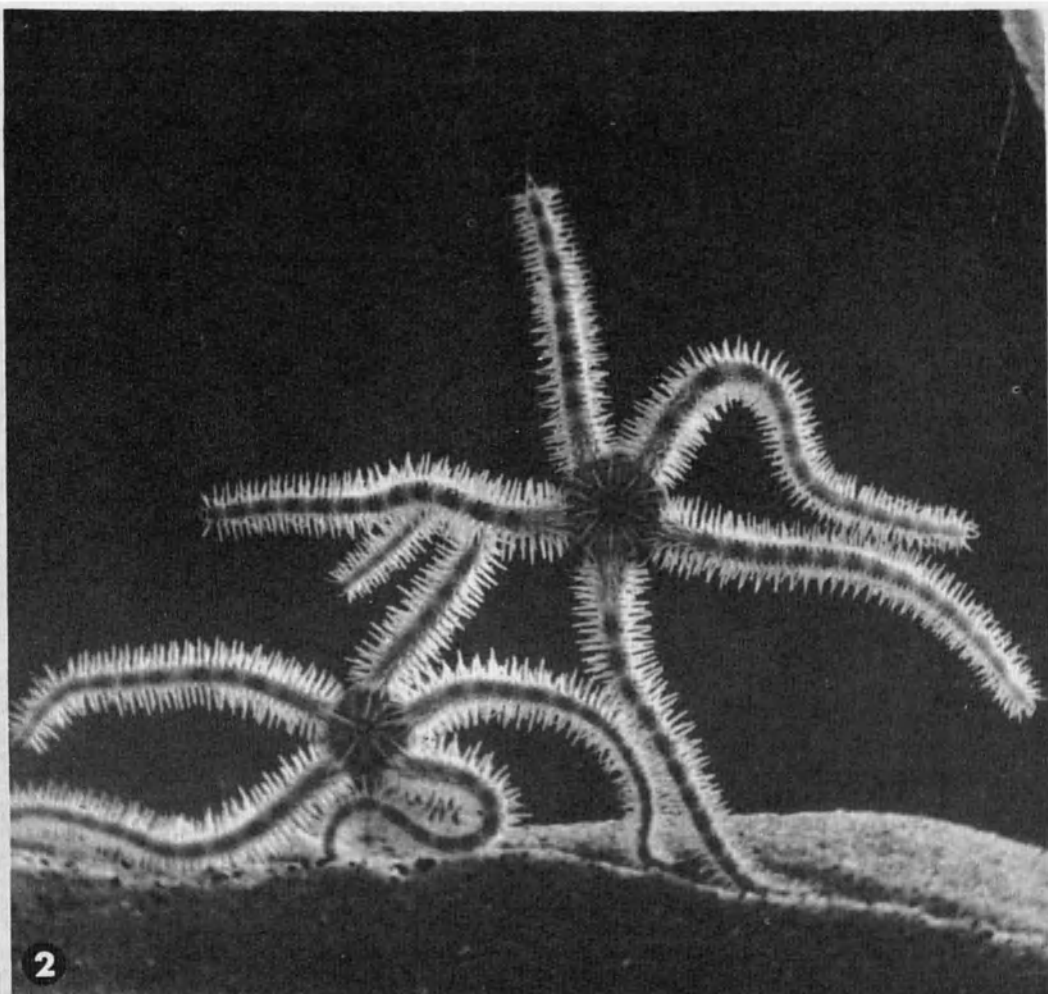
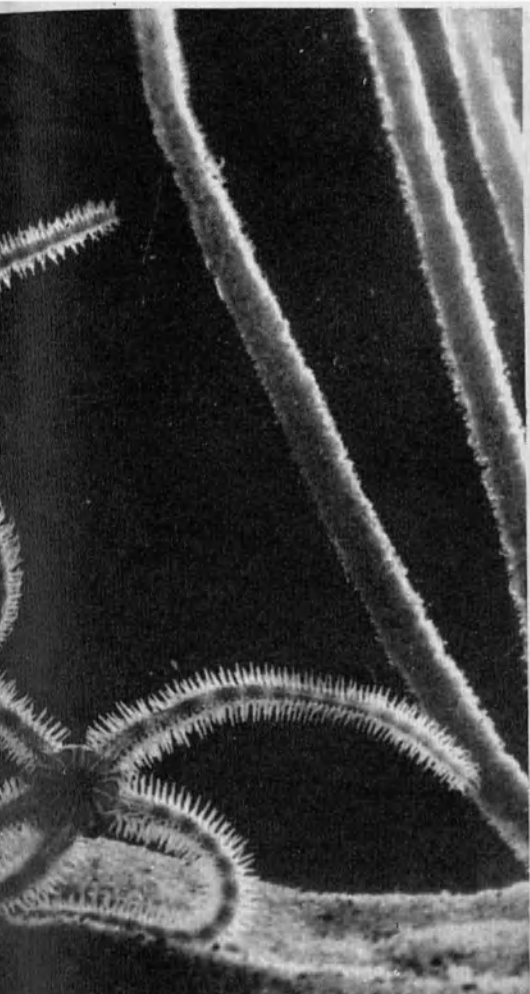
Tirée par PIERRE PETIT, Phot.
17-19, Place Cadet, PARIS

El ballet de las Estrellas

A primera vista nada puede parecer más alejado de la oceanografía que los caprichos coreográficos, pero estas fotos demuestran lo contrario. Presentamos aquí a los ofiuroides, animales marinos invertebrados que se parecen a las estrellas de mar; sus brazos son largos, flexibles y frágiles. Viven en el fondo del mar, desde el litoral hasta las grandes profundidades... pero para el fotógrafo son verdaderas bailarinas de ballet, que se mueven con una gracia extraordinaria. Jean-Marie Baufle, miembro del Museo de Historia Natural de París, ha creado con ellas las figuras coreográficas siguientes: 1) Entrada en escena; 2) Primeros pasos; 3) Invitación al vals; 4) Danza.

Fotos © J. M. Baufle, París





PELIGRO! MAREMOTO A 800 km. p.h.

por Bernard Saint-Guily

POR maremoto se entiende un levantamiento accidental de la superficie del mar, que puede manifestarse por una o varias ondas sucesivas. Esas ondas son provocadas por movimientos sísmicos o erupciones volcánicas, o bien por tempestades, ciclones o tifones. Según que su origen sea sísmico o meteorológico, los maremotos se dividen en dos clases. No tienen nada que ver con las mareas propiamente dichas, que son de origen lunar y solar, pero sus efectos se superponen a los de aquéllas. Los hombres de ciencia llaman actualmente a los maremotos con su nombre japonés, *tsunami*, de *tsu*, puerto, y *namí*, onda. Dado que este fenómeno es por desgracia muy frecuente en el Japón, se comprende que su denominación tenga un sentido muy preciso en ese país.

Es fácil explicarse que una causa mecánica, como el desplazamiento o la vibración de una parte del fondo del océano o de una zona costera, provoque ondas en la superficie del mar. Esas ondas, tal como los movimientos que las originan, tienen muy poca amplitud en alta mar, y son casi imperceptibles para los navíos. Se propagan a lo lejos, y atraviesan rápidamente las extensiones oceánicas. Su velocidad, proporcional a la raíz cuadrada de la profundidad, a 700 kilómetros por hora cuando se trata de fondos de 4 000 metros. Ahora bien, cuando esas ondas arriban a las regiones costaneras, donde el fondo es poco profundo, se produce una especie de resonancia que aumenta considerablemente su amplitud.

El maremoto puede comenzar así por una retirada del mar (onda negativa) o por una invasión (onda positiva). En el segundo caso, la primera onda positiva es por lo general de poca intensidad, y va seguida de una gran retirada, tras de la cual se produce la segunda invasión, que es la más destructora.

El 28 de octubre de 1746, el maremoto que estrelló su furia en el puerto del Callao, acompaña el movimiento sísmico que destruye la ciudad de Lima. He aquí lo que escribe Manuel Odriozola en 1863: «Terminado el terremoto que había destruido todas las casas del puerto, el mar se retiró, aunque nadie pudo decir hasta qué distancia. No tardó en volver con un ruido horroroso, alzándose una ola gigantesca que fue creciendo cada vez más hasta abatirse en las murallas; todo quedó deshecho. Había en el puerto veintitrés navíos, la mayor parte de los cuales se fueron a pique; los cuatro más grandes, arrastrados por la ola, terminaron su carrera en pleno campo y allí quedaron. Entre ellos se contaba la fragata de guerra *San Fermin*, de 34 cañones. El mar se retiró y volvió varias veces; de 4.900 habitantes, sólo 200 consiguieron escapar...»

Otros relatos proporcionan detalles interesantes sobre el maremoto de Concepción, Chile, ocurrido el 20 de febrero de 1835. El capitán Fitz Roy, comandante del *Beagle*, estaba en el puerto de Talcahuano, cerca de Concepción. A las 10 de la mañana vio que muchas bandadas de aves marinas volaban tierra adentro. A las 11.40 se produjo el primer temblor de tierra, que destruyó la ciudad de Concepción. A las 12.10 el mar se retiró, a tal punto que los barcos que habían echado el ancla a

El 21 de mayo se inició en Chile una serie de violentos terremotos que se prolongaron a lo largo de varias semanas, acompañados de erupciones volcánicas y maremotos de extraordinaria violencia. La catástrofe de Chile no tardó en repercutir a través del Océano Pacífico: Gigantescas olas, provocadas por las convulsiones del fondo marino, atravesaron el océano a una velocidad de 800 kilómetros por hora. En la zona central, las perturbaciones no fueron muy grandes, pero en muchas costas el choque de las olas alcanzó enorme violencia. Ciertas regiones como Alaska, Fiji y Tahiti salieron indemnes del maremoto, mientras que en el Japón sus efectos fueron terribles, y los daños totales se elevaron a muchos millones de dólares. En el artículo siguiente, Bernard Saint-Guily, del Museo de Historia Natural de París, se refiere a las características de los maremotos y a las causas que los originan.

7 brazas (15 metros) quedaron en seco; todos los arrecifes de la bahía de Talcahuano eran perfectamente visibles. Poco después surgió una ola de 10 metros de altura sobre el nivel de la marea alta. Tras ella vino otra ola aún más alta, y minutos más tarde una tercera que superaba a las anteriores. Durante tres días se sucedieron los golpes de mar, aunque con una intensidad mucho menor.

Los maremotos pueden también ser causados por la caída de acantilados o de enormes cantidades de rocas en el mar, las avalanchas y las erupciones submarinas. Cuando el 27 de agosto de 1883 se produjo la célebre erupción del Krakatoa, parte de la isla se agrietó y se hundió en el mar. Esto, sumado a las explosiones originadas por el contacto de la lava ardiente y los gases con el mar, fue sin duda el origen del espantoso maremoto que provocó la muerte por asfixia de 36.000 personas en Merak y en Telok-Batang. Las huellas dejadas por las olas alcanzaron de 21 a 36 metros de altura. Una cañonera fue proyectada en plena selva, a 3 kilómetros de distancia y a tres metros por encima del nivel del mar.

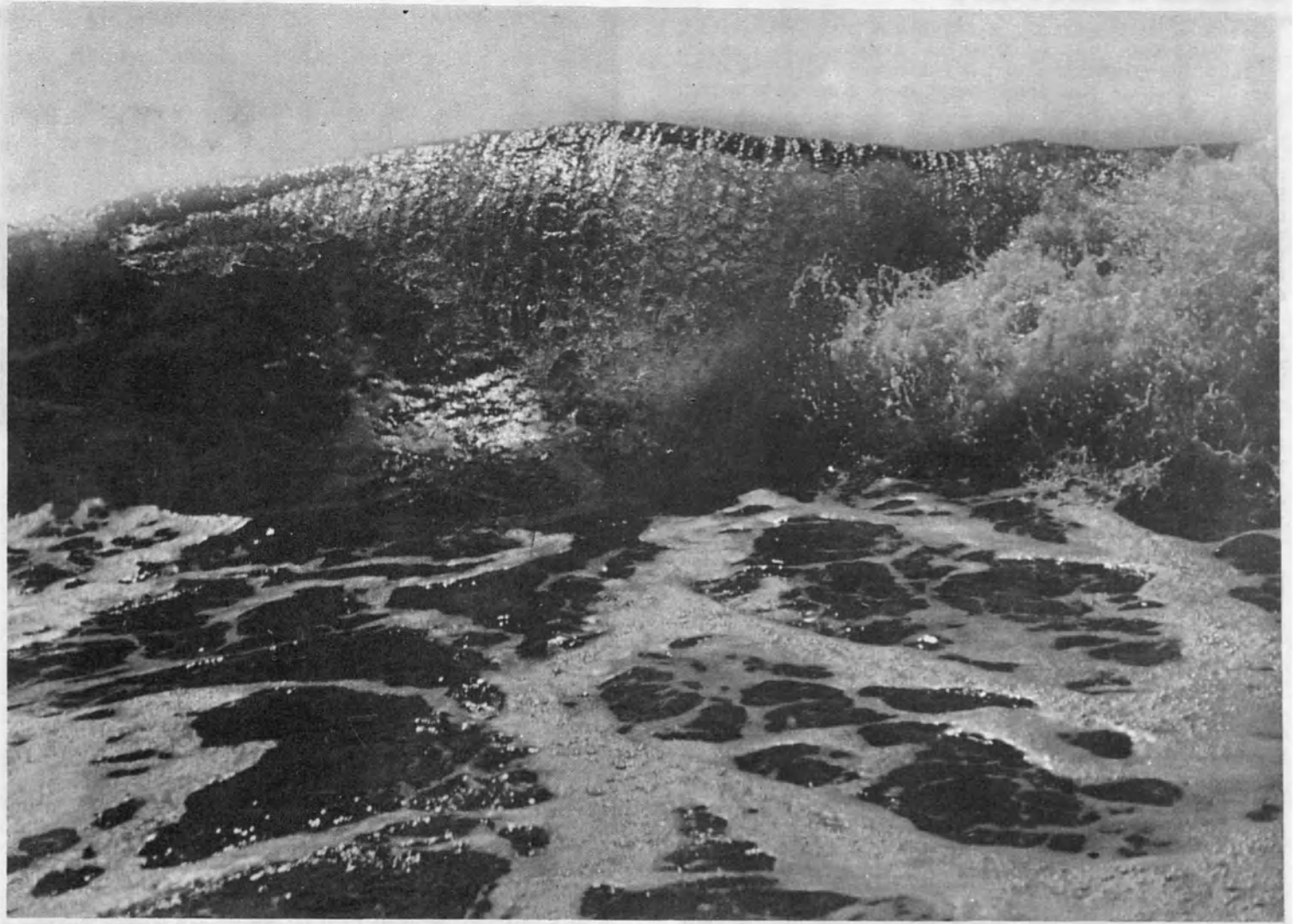
Los maremotos de origen meteorológico difieren muchísimo de los precedentes, tanto por sus causas como por sus efectos. Se trata de elevaciones insólitas del nivel del mar, debidas a la acción de vientos muy violentos, ligados a sus vez a ciclones o a bajas presiones atmosféricas que se desplazan rápidamente en las vecindades de las costas.

Este fenómeno ocurre con frecuencia en las costas de Bengala, que son bajas y llanas. Dada la gran densidad de población, suelen acarrear verdaderos cataclismos. Entre los muchos maremotos allí producidos los de 1787, 1831, 1842 y 1876 provocaron terribles catástrofes calculándose que el último de ellos acarreó la muerte de 215.000 personas.

Frente a tales cifras, los maremotos del Mar del Norte parecen poco temibles. El 11 de octubre de 1634, el mar embravecido partió en dos la isla de Nordstand y causó 6.000 muertes. Las recientes inundaciones en Holanda e Inglaterra han mostrado que las costas europeas no están al abrigo de esas calamidades.

¿Puede confiarse en llegar a prever el desencadenamiento de los maremotos? Por lo que respecta a aquéllos provocados por vientos y tempestades, quizá estemos en condiciones de responder afirmativamente. Pero la predicción de los «tsunami» de origen sísmico parece mucho más difícil y lejana. Sin embargo, si se pudiera reconocer entre los múltiples movimientos sísmicos, aquéllos capaces de provocar maremotos, se habría dado un gran paso adelante. En efecto, los sismos pueden ser registrados mucho antes que el maremoto mismo, ya que las ondas sísmicas se propagan en tierra a una velocidad diez veces superior a la de las ondas líquidas que forman el maremoto. Una vez dada la alerta, podrían tomarse medidas para escapar a la furia de las olas.

Por el momento, sin embargo, la previsión de los maremotos sólo será posible después de largas investigaciones, basadas en las observaciones regulares que deberán llevarse a cabo sobre toda la superficie del globo.



© Atlas Photo, Paris

LAS OLAS, MISTERIOSAS BAILARINAS DEL MAR

por Ritchie Calder

Nuestro conocimiento científico de las olas data del desembarco de las tropas aliadas en Normandía, en 1944. Esta afirmación, por muy absurda que parezca, es exacta. Desde hace millares de años, cuando uno de nuestros antepasados de la prehistoria se encontró a merced de las olas en un cascarón de nuez, los hombres se han visto zarandeados hasta la náusea, y se han ahogado por culpa de las olas; los argonautas, los vikingos, Colón desde sus temerarias carabelas, así como millares de viajeros mareados, han contemplado las olas con profundo hastío. Conocían sus efectos, pero ignoraban en qué consistían.

Por fin, en la Conferencia de Quebec en la cual se decidió el desembarco de Normandía, alguien preguntó: «¿Cómo actúan las olas?» La respuesta era importante pues, como se sabe, había que construir puertos y rompeolas artificiales, y un oleoducto a través del Canal de la Mancha. Se trataba de desembarcar, usando la fuerza o la astucia, un ejército numeroso en un tiempo calculado en fracciones de segundo.

Y nadie, ni los marineros de los navíos aliados ni los hombres de ciencia, conocía la respuesta. Como es lógico, tenían conocimientos sobre las mareas; Newton las había explicado científicamente por la influencia de la fuerza

de gravedad de la luna, y en los almanaques se establecía de una manera precisa el nivel de la marea en cualquier punto determinado de la costa normanda. Pero no se sabía nada de las olas, salvo que los marineros debían aguantar sus efectos, sin preguntarse las razones de las mismas.

Entonces los hombres de ciencia tuvieron que exprimirse el cerebro. Además del mecanismo de formación de la ola, había que considerar toda clase de factores: la naturaleza del Canal de la Mancha, la configuración de la línea costera donde las olas rompen de una manera incierta, e incluso la geología del litoral marino. Un profesor británico de largos cabellos (que no quiso cortar ni siquiera para ponerse el uniforme) recordó al respecto que en una ocasión, bañándose en esa costa después de una noche de tormenta, pudo comprobar que la resaca era turbosa. ¿Sería oportuna la observación? Hasta tal punto lo era que inmediatamente se organizó un comando que desembarcaría furtivamente para hacer calas geológicas en los lugares posibles de desembarco.

Los resultados de esas calas fueron provisionales y no siempre satisfactorias, como demostraron posteriormente los hechos, pero sirvieron para probar la necesidad de investigar y medir científicamente un fenómeno al que habían prestado más atención los poetas y pintores que los hombres de ciencia.

U

na de las mayores empresas de cooperación científica de nuestro tiempo comenzó en julio de 1957, al inaugurarse el Año Geofísico Internacional con la participación de 70 naciones. Concebido en principio como un ciclo de actividades de 18 meses de duración, destinado a aumentar el acervo de conocimientos sobre nuestro planeta, se acordó por unanimidad prolongarlo un año más, bajo la denominación de « Año de la Cooperación Geofísica Internacional ».

Durante ese período, las investigaciones oceanográficas hicieron progresos extraordinarios. Los hombres de ciencia ampliaron sus nociones acerca de los océanos y mares, la historia de la evolución terrestre, la vida en las regiones abisales, los factores climatológicos, y la geografía de los fondos marinos, para no mencionar más que unos pocos temas. Por todo ello, los organismos científicos de los países participantes han decidido mantener su colaboración, habiéndose elegido como teatro de operaciones el Océano Indico, mucho menos estudiado hasta ahora que los otros océanos.

La contribución de la Unión Soviética en esta esfera se manifestó a través de la labor realizada por cuatro barcos oceanográficos, denominados « Vityas », « Lomonosov », « Ob » y « Sebastopol ».

Por qué es salado el mar

El «Vityas», barco del Instituto de Oceanología de la Academia Soviética de Ciencias, ha cumplido la mayor parte de su labor en los océanos Pacífico e Indico. A comienzos del período 1958-1959, había completado su 26a expedición; en los meses que siguieron, efectuó otros cuatro viajes y dio comienzo a un quinto en el Océano Indico.

La vida y las características de los océanos están tan estrechamente ligadas entre sí que sólo pueden ser bien comprendidas después de un estudio detallado de todos sus aspectos. Los hombres de ciencia que viajan en el «Vityas»

DE LOS TÉMPANOS A LOS TRÓPICOS

se ocupan principalmente de la biología de los océanos, la distribución de los elementos químicos, la circulación de las aguas profundas, la distribución de la vida en la zona abisal, los procesos biológicos, el examen de los sedimentos de los fondos marinos (mediante rastreos y ondas sonoras), y la geografía del fondo del mar.

Pero detrás de esta lista asoman algunos objetivos fascinadores. Por ejemplo, el estudio de los depósitos sedimentarios que constituyen los fondos oceánicos puede arrojar luz sobre la historia de nuestro planeta y de sus mares. Todavía se mantiene en pie la teoría según la cual el origen de los mares se debe a la condensación del vapor atmosférico acumulado en un período inicial de altas temperaturas. Empero, muchos hombres de ciencia estiman que los océanos se formaron mediante el agua « exprimida » de la corteza terrestre por la acción volcánica. Esto coincide con la teoría de que los cuerpos celestes se formaron por la acumulación de materia meteórica, que se fue recalentando por la acción de la radioactividad. Si la teoría es correcta, proporciona una nueva explicación de la salinidad del mar. En efecto, la salinidad no provendría de la acumulación de las sales volcadas por los ríos en el océano, sino de la materia primaria « expri-

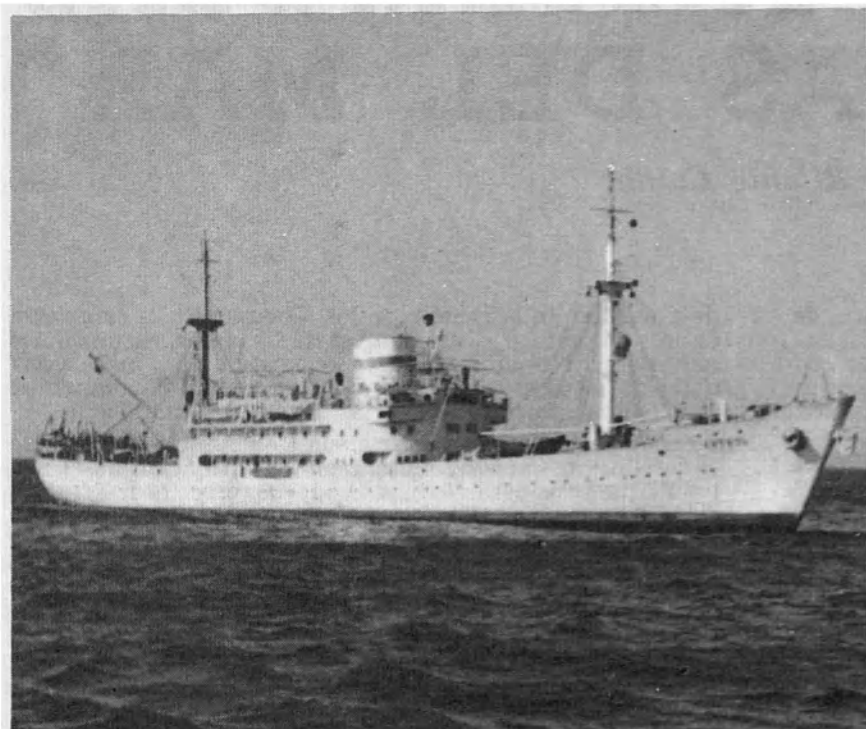


Foto oficial de la URSS



Unesco-Bill Simmons

CIEN MIL MILLAS MARINAS : tal es la distancia recorrida en el curso de sus investigaciones oceanográficas por el barco soviético **Vityas** (izquierda). Durante su expedición, el navío se detuvo 600 veces para permitir que se efectuaran observaciones. A la derecha se ve la cubierta de otro barco soviético, el **Mikhail Lomonosov**, con las boyas utilizadas para cartografiar el fondo del mar. Un banderín en lo alto de la boya; y el uso de un radar, permite calcular desde el barco las diferencias de nivel del fondo. La foto muestra al barco soviético en los diques de Nueva York, en ocasión del primer Congreso Internacional de Oceanografía.

por

L. Zenkevichdel Instituto de Oceanología de la
Academia de Ciencias de la URSSy **A. Laktionov**

del Instituto Artico y Antártico de la URSS

mida » de la corteza terrestre juntamente con el agua.

El mejor conocimiento de los depósitos que yacen en el fondo del mar nos permitiría además reconstruir la historia de la tierra con más seguridad que cuando analizamos las superficies terrestres. Los restos de microorganismos encontrados en esos depósitos proporcionan una clara imagen de los enormes cambios de clima acontecidos en las edades glaciales, en que se alternaban los períodos de frío y de calor.

El « Vityas » realizó estudios en aguas del Pacífico norte y sud. Sus sondeos de las profundas « trincheras » abisales culminaron con una marca de 11.034 metros, en la fosa de las Marianas. Se descubrió asimismo la existencia de corrientes muy rápidas en el fondo del océano, y hasta en las trincheras más profundas. En ciertos lugares, dichas corrientes se mueven a razón de 20 centímetros por segundo.

Los biólogos, por su parte, encontraron extrañas y anti-quisimas formas de vida en esas trincheras. Los estudios realizados a bordo del « Vityas » y del barco oceanográfico danés « Galatea » han permitido trazar las cartas de la distribución de la vida en el lecho marino. En las aguas profundas sólo se recogen unos pocos miligramos de animales microscópicos por cada metro cuadrado, pero en los fondos más próximos a las costas el promedio se eleva con frecuencia a varios kilogramos.

A fines de 1959, el « Vityas » inició su más reciente expedición en el Océano Índico, recorriendo 30.000 millas y echando el ancla 247 veces para efectuar observaciones. Se trazó una nueva carta del lecho marino, que muestra diversas mesetas de gran amplitud, así como montañas aisladas, y se estudiaron diversas corrientes profundas y formas de vida hasta entonces desconocidas. En ciertas regiones del océano se encontraron importantes depósitos de dientes de tiburones pertenecientes a especies ya extinguidas.

El hielo avanza 2 km. por día

En el golfo de Adén y en el Mar Árabe, el « Vityas » localizó ciertas corrientes profundas, pobres en oxígeno, que al salir a la superficie provocan gran mortandad entre los peces. En esta última expedición iban a bordo tres hombres de ciencia de la India, entre ellos el conocido biólogo marino, profesor N. R. Prasad.

Por otra parte, las investigaciones oceanográficas han dado notables resultados en la zona ártica, que como se sabe constituye una enorme cuenca marina limitada por una plataforma continental. Los barcos no pueden llegar hasta esas elevadas latitudes, por lo cual hubo que recurrir a aviones y observatorios instalados en los témpanos flotantes. Los hombres de ciencia soviéticos y norteamericanos colaboraron en las tareas efectuadas en estas zonas.

Se estudió especialmente todo lo referente a la superficie helada del océano Ártico. Los movimientos de deriva

fueron analizados por medio de 100 radio-faros y 50 estaciones meteorológicas automáticas que abarcaban una vasta zona. Se descubrió así que el promedio diario de la deriva se eleva a unos dos kilómetros.

El rasgo más característico de la masa glacial ártica es la presencia de « hielo viejo ». Este hielo representa un 70% del total, y el resto está formado por hielo que no pasa de 2 años. Bajo la influencia del viento, los límites de la gran masa glacial ártica pueden variar hasta 600 o 700 kilómetros.

Dentro de la masa glacial existen enormes planicies denominadas « islas de hielo », que alcanzan a veces 700 kilómetros cuadrados. Esas « islas » se prestan para el establecimiento de puestos de investigación destinados a trabajar durante largos períodos.

Las investigaciones efectuadas en el Ártico nos han enseñado muchas cosas sobre los fondos marinos. Se ha descubierto la « Cordillera de Lomonosov », una cadena de montañas submarinas que va de las islas de Nueva Siberia hasta Groenlandia. La cima más elevada alcanza a 954 metros, pero puede ser que haya otras más altas.

Tales son algunos de los resultados logrados por las expediciones oceanográficas de un solo país, en este caso la URSS. Es evidente que una sola nación no puede recoger todos los datos necesarios para el adelanto de la ciencia. Sólo la coordinación y los esfuerzos de todos los países interesados por las ciencias marinas proporcionarán a la ciencia las informaciones que necesita para que las riquezas del mar puedan estar un día al alcance de la humanidad entera.

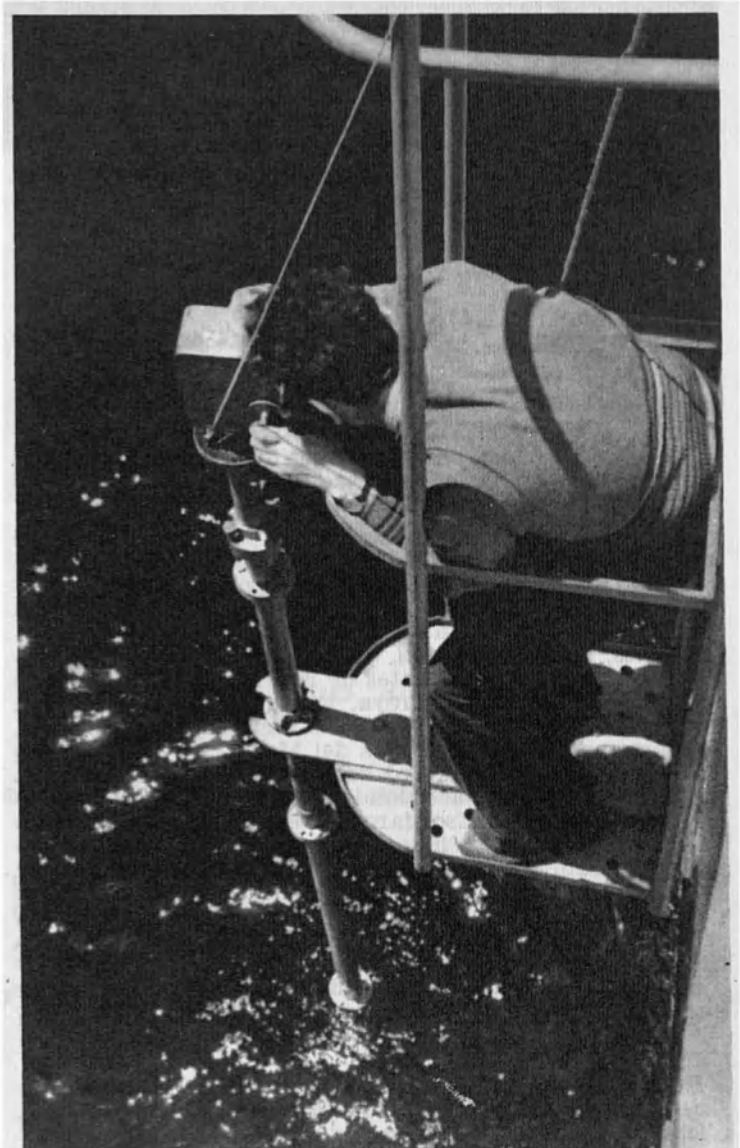


Foto oficial de la URSS

LA PENETRACIÓN DE LA LUZ EN EL MAR se mide con ayuda del hidrofotómetro del Vityas. En el curso de su expedición los oceanógrafos soviéticos pudieron medir las trincheras abisales, e hicieron un descubrimiento sensacional: la existencia de rápidas corrientes marinas en el fondo del océano y hasta en las trincheras más profundas.



EL MAR Y SUS CRIATURAS SURGEN CON TANTA FUERZA COMO LA REPRESENTACION DE LA GUERRA EN ESTA OBRA JMER (BAYON, ANGKOR).

En el alba de las civilizaciones, y hasta donde alcanzamos a conocer la ciencia de nuestros antepasados, el Océano «que abraza la Tierra con su corriente ininterrumpida» es considerado como un río cuyo fluir, semejante a una rueda, limita los confines del mundo. Surcarlos es una empresa homérica, que sólo intentarán los más audaces o los más codiciosos.

Antes de lanzarse a semejante aventura, durante muchas generaciones y siglos los mercaderes se embarcarán en frágiles barcas a remo, sin gobernalle y con un velamen rudimentario, y navegarán a lo largo de la costa en cuyo interior se hallan todas las riquezas de la época: perfumes, especias, marfil, oro, plata, gemas y maderas preciosas. Dos mil años antes de la era cristiana, y mucho antes de la guerra de Troya, los fenicios, pioneros del comercio internacional y de la navegación marítima, fundan puertos en las orillas del Mar Rojo y del Océano Índico. En el mar Arábigo surgen los primeros faros, a cargo de una casta sacerdotal que vela para que el fuego no se apague jamás. Esos faros sirven de correo a los navegantes de la época; allí se dan y reciben todas las informaciones sobre las rutas, los peligros, las técnicas de navegación, el trazado de las costas, y el régimen de los vientos y corrientes. También se fundan escuelas donde se enseña el arte de navegar y de trazar una ruta partiendo de observaciones astronómicas.

El Mediterráneo fue la cuna de esa prodigiosa aventura humana, que acabó llevando al hombre hasta las gran-

des rutas oceánicas, movido al principio por fines lucrativos y luego por la pura sed del conocimiento. Después de franquear las Columnas de Hércules, los fenicios bajan hacia el sud siguiendo las costas africanas, o remontan costeano Europa hasta llegar a Inglaterra. Allí, el frío, la niebla, los vientos desatados y las violentas mareas los desconciertan, pues nada de todo eso han encontrado en el Mediterráneo; indefensos ante esos peligros, se ven obligados a descender otra vez hacia el sud.

A esta navegación de cabotaje, a cargo de traficantes más atentos a los intereses de su comercio que al desarrollo de la geografía, sucede muy pronto la era de las grandes exploraciones marítimas, abierta por Piteas el Marsellés en 330 a.C. Geógrafo y astrónomo, Piteas avanza hasta el círculo polar, donde los témpanos flotantes lo obligan a retroceder. En el curso de su viaje parece haber explorado las costas de Gran Bretaña, las islas Shetland e Islandia (o Noruega). ¿Qué trae de su viaje? Ni oro ni plata, pero sí un conocimiento de las regiones árticas y una explicación astronómica del sol de medianoche. Este padre de la oceanografía es el primero en apelar a los cálculos astronómicos para determinar la posición de un lugar determinado.

Henri Rotschi es el jefe de la sección de oceanografía física del Instituto Francés de Oceanografía de Nouméa. Miembro de la sección de oceanografía física del Comité Nacional Francés de Geodesia y Geofísica, participó en 1951-1953 en la expedición «Capricorn» organizada por la Scripps Institution of Oceanography de la Universidad de California. Este artículo es un resumen de «El hombre descubre el mar», publicado en el número especial sobre ciencias marinas de la revista Impact of Science on Society, vol. X (1960). N.º 2.

Las grandes exploraciones marítimas exaltan la imaginación de los pensadores mediterráneos, moviéndolos a ejercitar su sagacidad en todos los aspectos geográficos accesibles en esa época. Así, Pitágoras deduce la esfericidad de la tierra basándose en los relatos de los marinos. Junto con Heródoto, Aristóteles, Hiparco y Ptolomeo, sienta las bases de lo que un día será la oceanografía. Se hacen sondeos, se trazan cartas, se determina la posición de los puertos, se calculan en el cielo las distancias recorridas. Las corrientes, los vientos y las mareas no



© Pierre Pittet-Geneva

Tras la era de los capitanes, la de los investigadores

LA GRAN AVENTURA CONTINÚA

por *Henri Rotschi*

son ya las manifestaciones aterradoras de dioses coléricos, sino auxiliares que permiten ampliar las vías marítimas por las cuales se cumplen los intercambios humanos, y que dan paso a las armadas, las ideas y las riquezas.

El país más fuerte y poderoso es aquél cuyos puertos son más numerosos, más grandes, y están mejor situados para canalizar la corriente de bienes materiales que mueve todas las acciones humanas; a su vez, las vías que llevan a los puertos están jalonadas por múltiples faros y fanales, a los que se atiende celosamente. La verdadera potencia de una nación surge del mar.

La «paz romana» cambiará el panorama: a las aventuras oceánicas prefiere las conquistas continentales. Poco a poco, los antiguos terrores seculares, las supersticiones

de los marinos vuelven a reinar en los herederos de los primeros navegantes.

Pero los vikingos y los árabes mantienen el fuego sagrado: ellos intentarán las primeras travesías del Atlántico. Los árabes introducen en el mundo occidental el empleo del gobernalle montado en el codaste, de la brújula y del astrolabio. Una vez conocidos estos perfeccionamientos técnicos, todas las grandes navegaciones son posibles. Sin embargo, los vikingos las ignoran cuando se lanzan sobre barcas sin puente, de velas cuadradas, a explorar el mar del Norte. Llegan así a la Galla y al sur de Inglaterra, descubren el oeste de Gran Bretaña, Islandia, Groenlandia... y desembarcan finalmente en América del Norte.

Algunos siglos más tarde, las carabelas de Enrique el

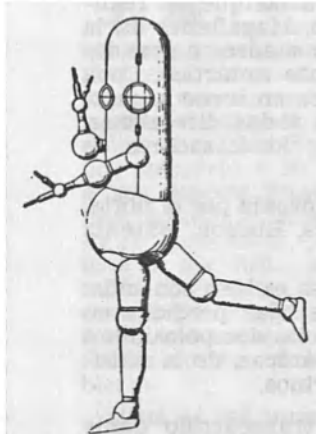
Dibujos extraídos de "A la Recherche du Monde Marin", por Pierre de Latil



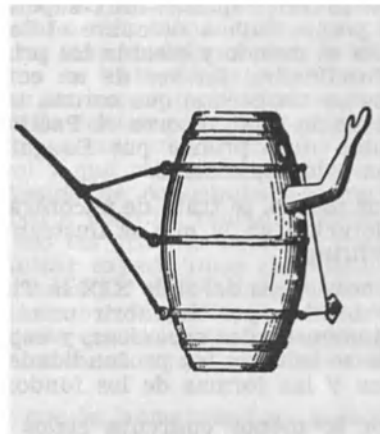
Buzo griego, según descripción de Aristóteles.



Máscara submarina dibujada por Leonardo da Vinci.



El «traje de buzo articulado» de Willjam Carrey, 1802.

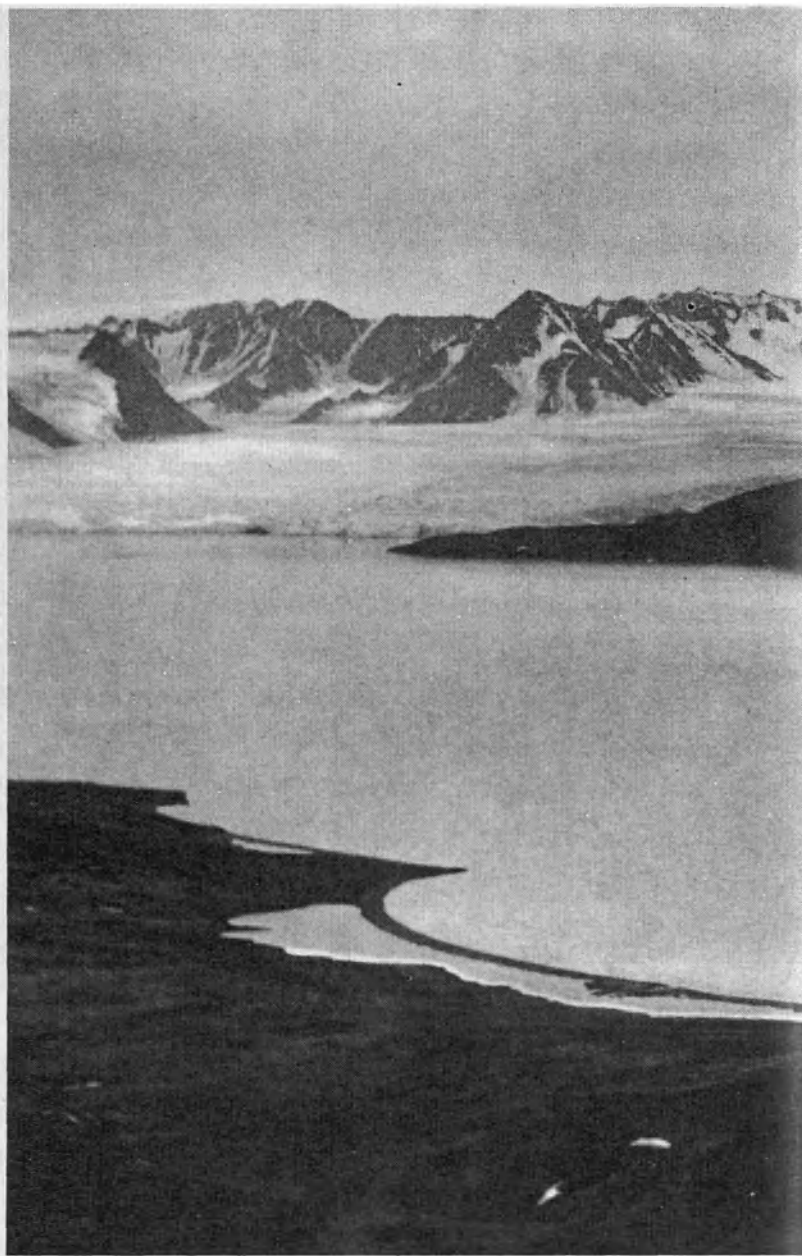
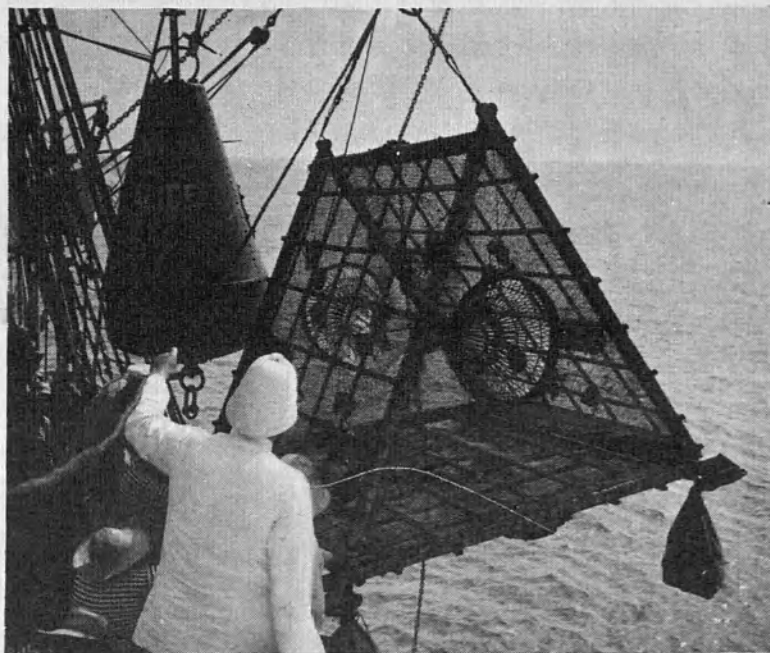


El «pescador submarino» de Le Batteux, 1853.

PIONEROS DE LA CIENCIA DEL MAR

La era de la exploración oceanográfica se inició en 1872 con el viaje de la corbeta británica **Challenger**, que recorrió 70 000 millas marinas y dio la vuelta al mundo en tres años y medio. A partir de 1885, el príncipe Alberto de Mónaco equipó y dirigió navíos oceanográficos. A la derecha, su yate «Princesse Alice II» en un fiordo de Spitzberg, a comienzos del siglo. Abajo se ve al príncipe, de espaldas, maniobrando con la red especialmente diseñada por él para capturar peces abisales. Fundador del Instituto Oceanográfico de París y del Museo Oceanográfico de Mónaco, el príncipe Alberto contribuyó a despertar la conciencia de un vasto mundo hasta entonces casi desconocido.

Fotos Museo Oceanográfico de Mónaco



Navegante siguen la ruta de las especias y del oro; menos de un siglo después, Vasco de Gama llega a la India. A esta progresión del occidente hacia el este, responde en la misma época la invasión del Pacífico por los pueblos polinesios, que osan cruzar el océano a bordo de sus frágiles canoas con flotadores, valiéndose del conocimiento que tienen de las estrellas...

Cristóbal Colón muestra entonces el camino de las Américas, y se inicia la gran carrera marítima para encontrar rutas inéditas y directas al Asia y descubrir el único continente todavía desconocido, el antártico, al cual se atribuyen riquezas muy superiores a las que en realidad posee. Balboa descubre el Pacífico, Magallanes da la vuelta al mundo y efectúa los primeros sondeos a grandes profundidades. En vez de un continente antártico, Cook descubre un océano que corona la tierra en torno al polo, tras de lo cual recorre el Pacífico en todas direcciones, seguido muy pronto por Bougainville, los cazadores de focas y los balleneros.

Por último, se trata de encontrar un pasaje por el norte, exploración en la que se ilustran Davis, Hudson, Barentz y Behring.

A comienzos del siglo XIX la Tierra ya es bien conocida. Sólo quedan por descubrir unas pocas islas perdidas en las inmensidades oceánicas, y explorar los dos polos. Pero nada se sabe de las profundidades oceánicas, de la naturaleza y las formas de los fondos marinos.

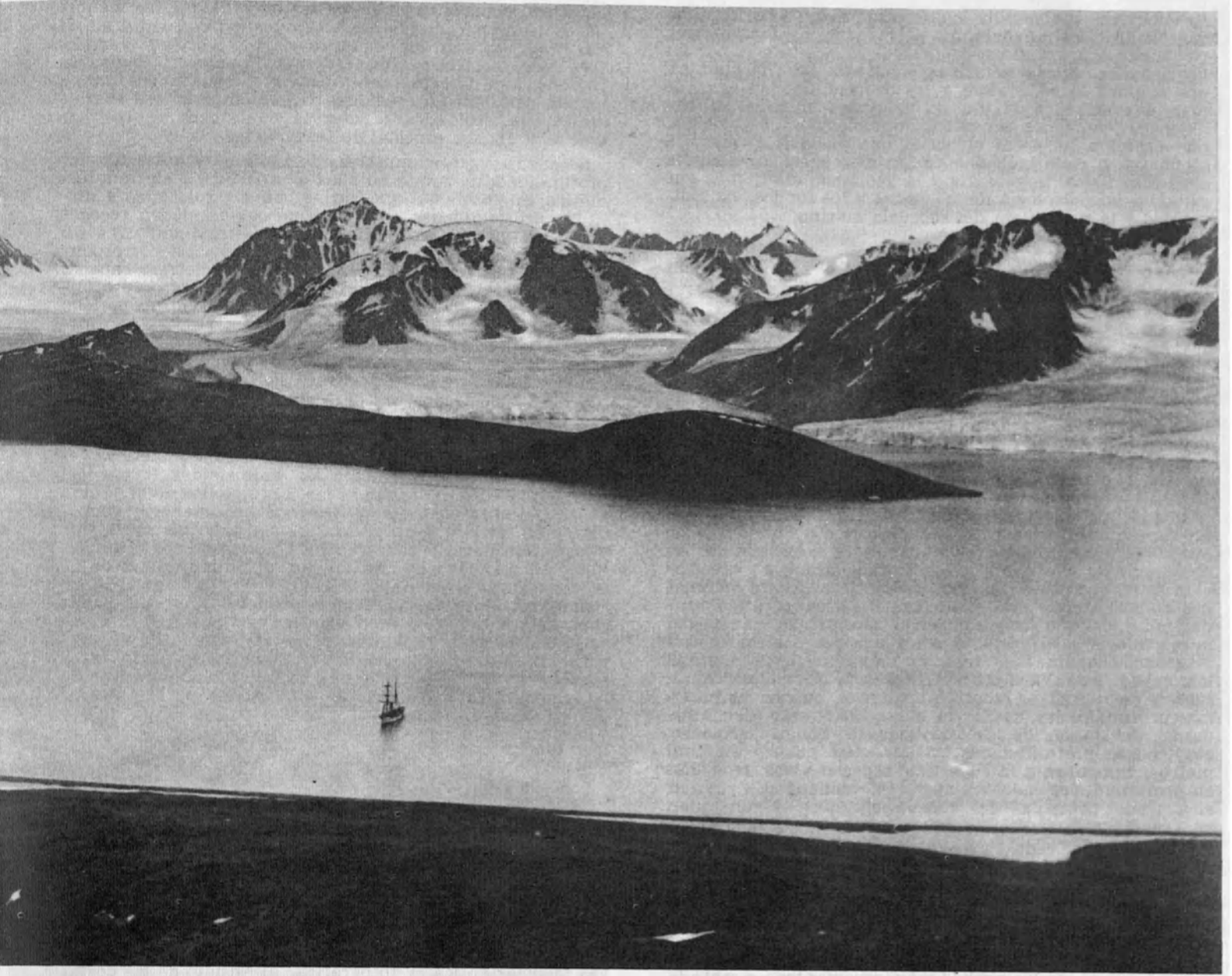
Por lo menos cuarenta siglos han transcurrido desde que un hombre, movido por la curiosidad y el deseo de lucro, se lanzó al mar. ¿Cuál ha sido el fruto de tantos esfuerzos? Una «Geografía física del mar» publicada en

1855 por el teniente Maury, de la marina norteamericana, donde expone los conocimientos acumulados hasta entonces sobre los vientos y las corrientes, y que los marinos de todas las naciones le habían comunicado. La síntesis efectuada por Maury permite trazar cartas que, una vez en manos de los capitanes de los navíos, modificarán las rutas de las grandes travesías oceánicas, reduciendo por ejemplo en varias semanas los viajes a Australia o al Cabo de Hornos.

Es la primera de las «instrucciones náuticas», que constituyen el libro de cabecera de todo capitán y oficial de navegación; esas instrucciones contienen todos los detalles conocidos sobre la geografía física de los mares, la línea de las costas, los vientos, las corrientes y las mareas, los peligros y las señales, sin lo cual más de un barco naufragaría al abordar riberas inaccesibles.

No cabe duda de que antes del libro de Maury existían muchísimos documentos de capitanes que deseaban transmitir la experiencia adquirida por ellos. Por desgracia, todos esos datos destinados a facilitar la navegación abrían al mismo tiempo las puertas de las riquezas, y por eso eran celosamente mantenidos en secreto en las gavetas de los armadores y las cabinas de los pilotos.

Los portulanos y los periplos son los documentos más antiguos que hayan llegado hasta nosotros, y nos permiten



juzgar los conocimientos técnicos de los viejos marinos. Los primeros eran cartas que describían los accesos a las costas mediterráneas, e iban acompañados de instrucciones náuticas, mientras que los periplos proporcionaban todos los detalles necesarios sobre el trazado de las costas, los abrigo, y las posibilidades de abastecimiento.

Más tarde aparecieron cartas marinas más generales: las más antiguas que conocemos se remontan a fines del siglo XVI, y están dedicadas a Europa occidental y al Atlántico. Poco a poco las cartas se van perfeccionando, pero no hay duda de que las mejores fueron trazadas por empresas privadas, tales como la Compañía de Indias, que habían contratado a especialistas y disponían de una notable colección de mapas que constituían uno de sus secretos profesionales más preciados.

Es necesario que entre en escena el teniente Maury para que la necesidad de reunir todos los conocimientos náuticos se vuelva evidente, y nazcan así las «instrucciones náuticas» modernas y las cartas más perfectas.

Pero el dominio del mar es lo bastante vasto como para que los hombres estudien en él otra clase de fenómenos. En el siglo XVII, Varenus publica una «Geografía de las tierras y los mares», suma de los conocimientos de la época sobre astronomía y meteorología, y en la que se encuentra la primera descripción científica de los fenómenos periódicos que se producen en el mar y que ya habían atraído la infatigable curiosidad de Leonardo da Vinci. Poco después las matemáticas ocupan el primer plano entre las ciencias, y todo queda sometido a su análisis: Newton y Laplace dan la primera explicación científica de las mareas, Bernoulli sienta las bases de la hidrodinámica, que permitirá analizar el movimiento de

los fluidos. Paralelamente se manifiesta gran interés por todo lo tocante al mar. La zoología emprende la descripción de los animales marinos, aparecen las primeras colecciones zoológicas, y los geógrafos empiezan a dibujar el fondo de los mares.

Al llegar el siglo XIX, tanto los pensadores como los hombres del acción tienen plena conciencia de la importancia de las vías marítimas para todas las empresas humanas. Ya no se trata de descubrir nuevas rutas y nuevos continentes, de buscar nuevas minas de oro u otras fuentes de bienes de consumo, sino de ampliar el dominio del hombre sobre un universo fluido que escapa por completo a su control y que sólo conseguirá someter a sus propios fines partiendo de conocimientos precisos que todavía le faltan. Poco a poco ha tomado conciencia de su ignorancia, y por eso las grandes naciones marítimas se decidirán a organizar expediciones científicas en todas direcciones, inauguradas por el *Challenger*, de bandera británica, primer navío oceanográfico que habrá de estudiar los océanos durante cuatro años. La oceanografía ha nacido: el océano va a ser verdaderamente descubierto.

¿Qué es ese mundo al que la humanidad va a dedicar tantos esfuerzos?

Para definirla de manera general, la oceanografía es el conjunto de ciencias consagradas al estudio del mar:

la dinámica, que estudia los desplazamientos horizontales y verticales, los movimientos permanentes y temporarios, periódicos o aperiódicos; la física, que se interesa por las propiedades ópticas, acústicas, eléctricas, etc.; la química, que engloba la naturaleza y las propiedades del agua de mar, la variación de esas propiedades en relación con diversos fenómenos dinámicos o biológicos; la biología, que examina los seres vivos que pueblan el mar; la bionomía, o ciclo biológico de las diferentes especies; la geografía física, la geología y la geofísica, disciplinas que estudian la morfología de los costas y los fondos, los sedimentos y la naturaleza del subsuelo marino.

Puede afirmarse que la oceanografía nació con el viaje del *Challenger*, culminación de todas las expediciones comerciales o científicas que, a partir de las de Colón y Magallanes, habían alzado poco a poco el velo de superstición y de ignorancia que cubría los océanos. Durante cuatro años, el *Challenger*, corbeta de cuatro mástiles dotada de una máquina auxiliar, recorre el océano bajo la dirección de eminentes hombres de ciencia británicos, y luego de efectuar investigaciones en todas las ramas de las ciencias marinas, retorna a Edimburgo con un cargamento extraordinariamente rico y abundante de muestras y ejemplares de múltiples especies además de observaciones y mensuras, cuyo estudio, análisis y descripción se traducirán en la publicación de cuarenta volúmenes considerados como el documento oceanográfico fundamental, del que surgen las ciencias marinas, en especial la morfología submarina, la física y la química marinas, y la geología submarina. Hasta la segunda guerra mundial las expediciones alemanas, francesas, norteamericanas, rusas y escandinavas recorren los mares, buscan las máximas profundidades, descubren fosas (de Puerto Rico, Mindanao, del Japón, de las Marianas, de Tonga-Kermadec, etc.), cuyas profundidades oscilan entre ocho y diez mil metros; remontan a la superficie especies vivas, recogidas en profundidades cada vez mayores; comienzan a percibir el trazado principal del relieve oceánico, y acumulan el trazado principal del relieve oceánico, y acumulan

La física y la química del mar se van perfeccionando. No tardan en conocerse ciertas propiedades físicas, como la densidad y el calor específico de las aguas, mientras que otras, que dependen de la dinámica de las aguas, son más difíciles de captar. En 1880 se determina con precisión la composición del agua marina; veinte años después se descubre la constancia relativa de esa composición, que constituye uno de los hechos más importantes en materia de oceanografía física; en efecto, la mayoría de los análisis de sales publicados hasta la fecha se fundan en la relación entre el grado de cloruro de sodio y la cantidad total de sales disueltas. Luego se analiza el papel de las sales minerales de las capas superficiales del mar en los primeros eslabones del «ciclo alimenticio», y la función que desempeñan en la fotosíntesis de las algas marinas, y que es idéntico al de los abonos terrestres. En cuanto a las investigaciones biológicas se consagran en un principio a la descripción de las múltiples especies que pueblan el mar.

A medida que los grupos taxonómicos van siendo mejor definidos los trabajos se orientan hacia las complejas relaciones existentes entre aquéllos y el medio en que viven. Por último, la dinámica del mar se precisa; el estudio directo de las grandes corrientes oceánicas no sólo permite determinar su curso e importancia, sino que la aplicación de los principios de la mecánica de los fluidos (establecidos mediante el estudio de la circulación atmosférica) da una sólida base matemática a los estudios sobre los desplazamientos de las masas de agua. Paralelamente progresa el estudio de las olas, las mareas y las ondas internas, coincidiendo con el desarrollo de la hidrodinámica.

Todos estos adelantos sólo han sido posibles por las grandes mejoras introducidas en las técnicas de observación y de obtención de muestras en el mar. Sin hablar de la navegación a vapor, los progresos más espectaculares se registran en los métodos de sondeos profundos; del sondeo manual se pasa al mecánico, y luego al sondeo

acústico, que realiza en pocos segundos lo que las máquinas hacían en varias horas. Las muestras de fondos marinos se obtienen en un comienzo mediante dragas o arrastres más o menos eficaces; luego aparecen los tubos perforadores, que extraen «cilindros testigos» de varios metros de largo. La medición de las temperaturas a diferentes profundidades se efectúa con máxima precisión gracias a un tipo especial de termómetro.

Se pueden recoger muestras de agua marina a cualquier profundidad, mediante botellas de apertura y cierre automático, en forma tal que varias botellas colocadas a distintas profundidades en un mismo cable, pueden recoger en el mismo instante diferentes muestras, mientras un termómetro registra la temperatura exacta correspondiente a cada una. Se inventan «correntómetros» capaces de medir la velocidad de las corrientes a diversas profundidades, tanto en el momento mismo como en un periodo más prolongado. Se fabrican dragas para recoger organismos vivos del fondo de los mares y se perfeccionan redes que permitirán estudiar la distribución de la vida animal microscópica en diversos niveles. También se inventan redes especiales para recoger las algas microscópicas del fitoplancton.

La segunda guerra mundial acarrea un enorme desarrollo de la oceanografía. Por razones tácticas, es indispensable conocer mejor las propiedades físicas del mar, especialmente las acústicas; los métodos de detección acústica y ultrasónica adquieren así importancia primordial, y no tardan en aparecer aparatos tales como el *Asdic* o los sondeadores basados en haces ultrasónicos dirigidos. Como la velocidad de transmisión del sonido depende de la densidad (es decir, de la salinidad y la temperatura, siendo esta última un factor primordial en las capas superficiales donde se desplazan los submarinos), es necesario poder medir rápidamente las variaciones de la temperatura según la profundidad. El batitermógrafo traza sobre un vidrio ahumado una representación gráfica de la temperatura hasta los 300 metros, lo que facilita las más variadas mediciones.

Por su parte los ecosondeadores, instalados en numerosos navios de guerra, permiten efectuar sin dificultad innumerables sondeos. Como la estrategia de los desembarcos depende estrechamente de la configuración de las costas, las mareas, las corrientes, y la naturaleza de los fondos marinos, se procede a efectuar minuciosos análisis en los litorales, aplicándose nuevas técnicas ópticas y fotográficas al estudio de las costas enemigas. La mecánica de los fluidos se utiliza a su vez para precisar el efecto de la configuración de las costas sobre la propagación de las ondas marinas, y la acción de la atmósfera sobre la superficie del mar.

Terminada la guerra se perfeccionan los sondeadores ultrasónicos: los haces sonoros son cada vez más finos y se los dirige con más precisión; el mecanismo para registrar los ecos es tan perfecto, que permite circunscribir el sondeo a un metro cuadrado de fondo, a una profundidad de más de 5000 metros. Los tubos perforadores extraen «cilindros testigos» de veinte metros de largo, lo que permite estudiar sedimentos acumulados a lo largo de 150 millones de años.

Gracias a los métodos de refracción sísmica se mide el espesor de los sedimentos; los estudios magnéticos y gravimétricos explican las anomalías del campo magnético por ciertos caracteres de la topografía submarina, y ayudan a localizar los yacimientos de petróleo. Actualmente se pueden recoger seres vivos de cualquier capa submarina. El empleo de boyas que emiten señales de radio

Los oceanógrafos se ven obligados a veces a ejecutar verdaderos ejercicios acrobáticos en el curso de sus investigaciones. Vemos aquí a un especialista norteamericano de la Woods Hole Institution, aferrado a una plataforma suspendida sobre las aguas, a fin de vigilar el descenso de un tanque destinado a recoger muestras de agua a diferentes profundidades.

© R.E. Baylor, Woods Hole, U.S.A.



abre el camino al estudio directo y generalizado de las corrientes marinas superficiales y profundas. Los trazadores radiactivos permiten analizar el desplazamiento de los sedimentos, y evaluar la cantidad de materia viva existente en las capas superiores. La electrónica no sólo permite situar mejor la posición de los navíos sino que determina y analiza múltiples factores variables en alta mar; mediante aparatos electrónicos se logra el registro continuo de la variación de la temperatura y la salinidad en función de la profundidad, y se miden las corrientes superficiales instantáneas desde un navío en movimiento.

En suma, la oceanografía se ha convertido en una tarea para hombres de ciencia altamente especializados, pertenecientes a disciplinas tan variados como la geofísica, la química, la electrónica o las matemáticas puras; por su parte, las investigaciones en el mar son una tarea de equipo, donde la actividad de cada uno depende del trabajo de todos. Cada novedad científica parcial representa un adelanto en la suma total de conocimientos, puesto que la más insignificante partícula sedimentaria sumida en la más profunda fosa abisal, está unida por su historia a múltiples fenómenos, algunos de los cuales nada tienen que ver directamente con la geología submarina o la sedimentación.

Así como M. Jourdain hablaba en prosa sin saberlo, durante muchos siglos los marinos han sido oceanógrafos sin sospecharlo. La oceanografía es quizá la más costosa de las ciencias, pues abarca múltiples actividades humanas, y no ha contado jamás con la publicidad que se acuerda a otras manifestaciones del espíritu inventivo de los hombres. No obstante, es evidente que todos aquellos que comparten la responsabilidad de orientar la evolución económica del mundo, tienen cada vez mayor conciencia del papel que el mar está llamado a desempeñar en un porvenir relativamente próximo.

Las necesidades de materias industriales básicas y de energía, en una época en que la humanidad evoluciona a un ritmo muy acelerado, no podrán ser satisfechas siempre con los recursos naturales terrestres. Llegará un día en que no se contará con suficientes proteínas de origen animal y vegetal, y en que el carbón y el petróleo empezarán a escasear.

El mar inagotable será entonces la fuente hacia la que se volverán los ojos de los hombres, mucho antes de que la luna o cualquier planeta hipotético pueda facilitarnos lo que necesitamos. Habrá que pescar más, y hacerlo racionalmente. Se llegará a extraer un enorme tonelaje de proteínas de origen planctónico, y en ciertas zonas se harán «cultivos marinos». Así, los campos de algas metódicamente explotados proporcionarán alimentos y sustancias industriales. La fuerza del mar dará energía a bajo precio a los países que carecen de fuentes energéticas naturales, hidráulicas o fósiles. Parte de la energía disponible será utilizada en la explotación de los recursos minerales disueltos en el agua marina o prisioneros en los sedimentos del fondo.

Este panorama, que no tiene nada de imaginario, sólo se cumplirá cuando se hayan llenado ciertas condiciones.

Por lo pronto, los instrumentos de que disponen los oceanógrafos —laboratorios, barcos, equipo de investigación y de estudio— deben ser mejorados en cantidad y calidad. Comparados con la tarea que deben cumplir actualmente, esos instrumentos son muy insuficientes. Así lo han comprendido ciertos países, que se han apresurado a crear institutos nacionales de oceanografía, cuyos fondos proceden de diversos capítulos del presupuesto (defensa, industria, comercio), y que cuentan con barcos de gran calado para sus trabajos en altamar. Tal es el caso del Japón, de la URSS y de los Estados Unidos de América, que cuentan con materiales oceanográficos que ningún otro país posee en la actualidad, y que destinan a esas investigaciones un presupuesto que hace todavía pocos años hubiera parecido extravagante; así, los Estados Unidos tienen en 1960 un presupuesto de 58 millones de dólares para trabajos de oceanografía.

Pero el mar es universal, baña las riberas de las más diversas naciones, y plantea múltiples problemas que deben ser estudiados por diferentes ciencias; por eso, ninguna nación puede pretender alcanzar por sí misma el conocimiento de todos los misterios del mar. Las tareas

EL VINO NUEVO EN ODRES VIEJOS

Hace más de dos mil años, una galera que transportaba ánforas de vino naufragó frente a Marsella. Los buceadores del equipo del comandante Cousteau lograron recuperar hace poco una cantidad de ánforas (abajo a la izquierda) en las que aparecía el nombre del armador de la galera, Marco Sestio.

Para festejar el hallazgo, los buceadores arqueólogos se vistieron a la antigua y organizaron una comida en la villa de la isla de Delos que perteneció al rico armador, utilizando en esa ocasión la vajilla y las ánforas extraídas del mar (a la derecha).

© Les Requins Associés.



de investigación deben organizarse inevitablemente sobre una base internacional. Los trabajos conjuntos llevados a cabo en el Pacífico septentrional y ecuatorial por los barcos canadienses, norteamericanos, japoneses y franceses, la cooperación internacional instituida con motivo del Año Geofísico Internacional, constituyen otros tantos ejemplos del camino que habrá de seguir la oceanografía en los años próximos, y que proporcionará a las naciones marítimas una nueva oportunidad de comprenderse mejor y ayudarse recíprocamente con mayor eficacia.

Si bien el mar ha inspirado a muchos poetas, novelistas y músicos, no cabe duda de que su influencia más poderosa se ha ejercido en el dominio de las actividades económicas. Nadie se extrañará, pues, de que al tomar una orientación práctica, la oceanografía haya dedicado sus investigaciones al mejoramiento de la economía mundial. Entre las actividades humanas dependientes del océano, y cuyo desarrollo ha sido posible gracias a pacientes investigaciones, mencionemos en primer término la navegación, que abre las rutas a la prosperidad.

La historia del mundo está ligada al desarrollo del comercio internacional, que en todo tiempo ha preferido las vías marítimas, no sólo para el tráfico intercontinental sino para el cabotaje entre diferentes regiones del mismo país. El mar se ha adelantado siempre a los caminos por tierra, abriendo a los países soberanos la vía de su desarrollo económico y político. Si la evolución de los transportes marítimos dependió durante mucho tiempo de nuestro conocimiento del mar, de la topografía costera y del régimen de vientos y corrientes, en muchos

aspectos coincide con el desarrollo de la oceanografía, y esta última ha de seguir desempeñando un papel de primera línea en la explotación de las grandes rutas comerciales del globo.

En efecto, como el costo de un viaje resulta muy elevado, ningún buque de carga o paquebote emprende un viaje intercontinental sin que al trazar su ruta, se tengan en cuenta múltiples factores: por una parte la naturaleza, la fuerza, y dirección de las grandes corrientes oceánicas que puede encontrar durante el viaje y que le harán perder o ganar horas preciosas y hasta días enteros; por otra parte, las condiciones meteorológicas, su probable evolución y su influencia sobre el estado del mar. La oceanografía ha permitido conocer perfectamente la Corriente del Golfo, la de Labrador y las ecuatoriales, determinando sus causas, itinerario y fluctuaciones, y prestando así un servicio inestimable al comercio internacional.

Este comercio no sería tan intenso si en las costas batidas por las olas y las mareas, la Providencia no hubiera creado bahías y golfos de aguas tranquilas, que permiten la carga y la descarga de los navíos. En otras zonas, donde la naturaleza no se ha mostrado tan generosa, el hombre ha creado esos abrigos. Así han nacido los puertos naturales y artificiales, contra los que se encarnizan las olas y las mareas, destruyendo las obras de protección o rellenando los fondos con sedimentos aluvionales. Ha sido necesario desarrollar una ciencia de protección de las costas, que se traduce en la construcción de tajamares y espigones destinados a frenar la violencia de los elementos. Todas estas obras se fundan en un profundo conocimiento de la dinámica costera, del régimen de las mareas y corrientes asociadas, de la fuerza de las ondas y la altura de las olas, que a su vez están íntimamente ligadas al régimen meteorológico dominante y a la acción recíproca de la atmósfera y el mar. La meteorología y la diná-



mica, la hidráulica y la sedimentación: he ahí otros tantos factores esenciales del aprovechamiento racional de las costas.

El litoral no debe limitarse a algunos puertos favorables al comercio marítimo; es necesario que las costas permitan la navegación segura, es decir, que exista un conocimiento minucioso de todos los peligros y escollos que pueden afectar a los navíos de diverso tonelaje. Esta tarea está a cargo de los servicios hidrográficos nacionales, que se ocupan de trazar cartas costeras, con todos los detalles sobre los accidentes naturales, datos sobre las corrientes, fondos, mareas, etc. En otros tiempos estas cartas se basaban en penosos sondeos hechos a mano, pero el uso de los sondeadores ultrasónicos permiten efectuar rápidamente el trabajo. No obstante, si ciertas costas han sido muy bien cartografiadas, por cuanto desde hace mucho son teatro de un intenso tráfico marítimo, otros litorales —especialmente los de los países insuficientemente desarrollados— requieren un enorme trabajo que sólo los métodos más revolucionarios permitirán llevar rápidamente a cabo. Estos métodos han sido perfeccionados durante la guerra; por ejemplo, cuando se trata de fondos arenosos, se estudia mediante fotografías la variación del brillo de la arena a través de la capa de agua, partiendo del principio que el brillo varía según la profundidad.

Cuando se trata de costas en general, se determinan las características de las olas mar afuera, y la profundidad de la costa se calcula partiendo de la modificación de la altura de las olas y de su velocidad de traslación, pues ambos factores dependen de la intensidad del frotamiento del agua contra el fondo, es decir, del espesor de la capa de agua. Todos estos estudios puramente teóricos, efectuados por los oceanógrafos en los últimos años, han permitido a su vez una aplicación práctica, con favorables consecuencias desde el punto de vista de la economía.

El descubrimiento del petróleo submarino ha dado considerable impulso a los cateos en la plataforma continental, es decir, en la parte llana del zócalo de los continentes que abarca desde la costa hasta 200 metros de profundidad. Como la plataforma es la prolongación inmediata de las tierras emergidas, posee la misma estructura e idénticos recursos minerales que estas últimas. Se estima que contiene un volumen de sedimentos petrolíferos de 120 millones de kilómetros cúbicos, lo que representaría una reserva de petróleo bruto calculable en 400 mil millones de barriles, o sea unos 40 mil millones de toneladas.

Esto equivale a un tercio de las reservas totales del mundo, 45 veces el consumo energético de 1956, y casi el 5 % de las reservas totales de la energía fósil. Es fácil ver, pues, que el potencial petrolífero del mar está lejos de ser desdeñable, y que su explotación se desarrollará a medida que se perfeccionen las técnicas de perforación del fondo submarino a profundidades cada vez mayores; por el momento, el único obstáculo reside en los efectos de la corrosión, las olas y las corrientes sobre materiales que no han sido previstos para trabajar en condiciones tan penosas.

Por otra parte, el fomento de instalaciones costeras abrirá nuevas posibilidades en materia de explotación de usinas mareomotrices. Como su costo de funcionamiento es bajo, en ciertos casos será mejor recurrir a las mareas que a la energía nuclear, siempre que la configuración costera se preste a las instalaciones. El proyecto de explo-

tación del estuario del Severn deberá proporcionar más de dos mil millones de kilovatios-hora; el de la bahía de Cobscook, en la bahía de Fundy, 340 millones de kilovatios, y el del Mont Saint-Michel, más de 12 mil millones. Se ve así cuán formidables son las reservas de energía que existen en el mar. Pero además hay otras reservas acumuladas en forma de energía térmica, que sólo aguardan algunos progresos tecnológicos para hacer su aparición en el mercado. Esas reservas son tanto más importantes cuanto que pertenecen a una categoría permanente, que ninguna explotación podrá agotar jamás.

El desarrollo espectacular de la geología submarina y de la fotografía de los fondos abisales, ha permitido descubrir en el fondo del mar grandes extensiones cubiertas de concreciones metalíferas, denominadas nódulos y compuestas esencialmente de óxidos de hierro y de manganeso mezclados con cantidades apreciables de metales más raros: níquel, cobalto y cobre. La inmensa superficie que abarcan esos nódulos permite deducir el enorme valor de esos depósitos minerales, y es de suponer que se los explotará cuando se agoten los yacimientos terrestres. Las reservas están disponibles, y sólo hay que perfeccionar los medios técnicos para aprovecharlas.

Otros recursos minerales del mar tomarán asimismo gran importancia el día en que se descubra un sistema económico para concentrar el agua marina. La salmuera de los pantanos y salinas proporciona sulfato de sodio, cloruro de potasio, cloruro de magnesio y oxicluro de magnesio. De los mares fósiles, como el lago Searles en California, se extrae bórax, bromo, litio, sales de potasio y de sodio. Lo mismo puede decirse del Mar Muerto, cuya concentración salina es diez veces superior a la del océano.

Lo que la naturaleza ha hecho a lo largo de toda la historia geológica de la tierra, el hombre puede reproducirlo mediante las fuentes de energía a su disposición. Así, para fertilizar zonas actualmente desérticas por falta de agua, se podría utilizar la energía nuclear a fin de obtener agua dulce partiendo del agua salada. El costo de esta operación quedaría cubierto por la obtención de materias primas de los residuos salinos; también se podría extraer el uranio que existe en el agua marina, y cuya fisión proporcionaría cien veces la energía necesaria para la evaporación del agua salada y su transformación en dulce. De todas maneras, cuando se hacen los cálculos de semejante operación y se la compara con la acción del sol sobre la superficie marina y la energía gastada para la evaporación de las capas superficiales (diez mil veces superior a la energía total utilizada por el hombre en forma de carbón, petróleo e hidroelectricidad), se comprueba que nuestros medios actuales son muy reducidos, y que nuestro campo de acción es sumamente limitado.

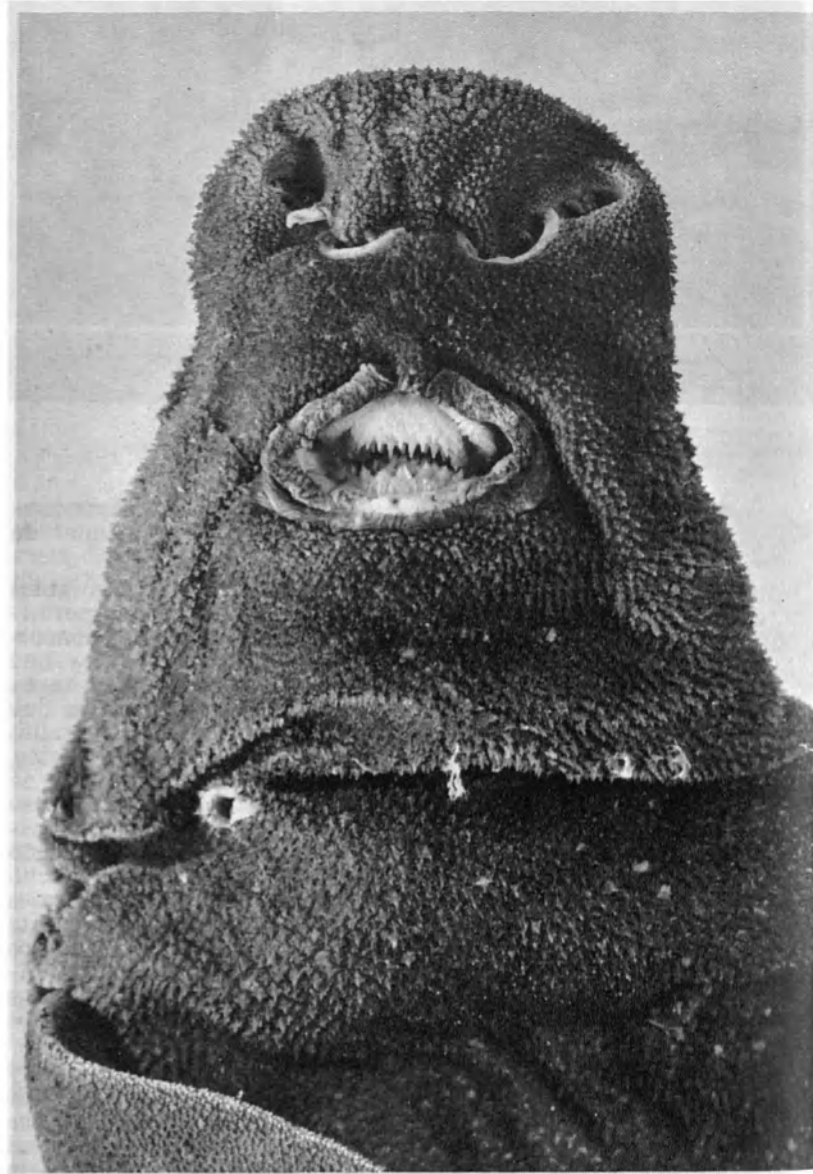
No obstante, cada vez se tiene más en cuenta que el equilibrio energético que regula las relaciones entre el mar y la atmósfera, y que determina los climas, puede ser alterado en la misma medida en que algunos procesos atmosféricos sufren alteraciones. En efecto, la menor presión sobre un fenómeno local podría provocar modificaciones en gran escala. No hay duda que cuando se conozca perfectamente el mecanismo que controla el tiempo y los climas, será posible establecer los puntos neurálgicos sobre los cuales el hombre podría intervenir a fin de modificar un régimen atmosférico de la manera más conveniente, pero habrá que proceder con suma precaución. Por ejemplo, el empleo de la energía nuclear para fundir parte de la capa glacial ártica que obstruye las vías de comunicación marítimas de Siberia, tendría que ser objeto de un estudio muy cuidadoso pues podría provocar un agrandamiento exagerado de los glaciares europeos y norte-americanos. Además, los vientos secos del norte podrían llenarse de humedad al soplar sobre el Océano Glacial Ártico deshelado, y al hacer llover sobre las montañas ya nevadas del hemisferio norte provocarían poco un descenso de temperatura.

Por el contrario, es posible que la temperatura vaya aumentando gradualmente en nuestra época a causa del excesivo consumo de carbón, petróleo y otros combustibles, que incorporan a la atmósfera enorme cantidad de gas

carbónico, parte del cual es absorbido por el océano mientras el resto permanece en la atmósfera y almacena al nivel del suelo las radiaciones calóricas, lo que a la larga puede provocar un descenso de temperatura de uno o dos grados. Quizá estos procesos podrían desatar una reacción en cadena, cuya etapa final sería la fusión de los hielos y la inmersión de buena parte de las tierras que emergen actualmente sobre el nivel del mar. El destino de la humanidad depende de la capacidad de absorción del gas carbónico por parte del mar, y del ciclo dinámico que hace remontar sucesivamente a la superficie las capas de agua profundas. También en ese caso el hombre podría intentar restablecer el equilibrio que sus propias actividades han puesto en peligro.

Por último, y dado que el porvenir energético de la humanidad está ligado a la aplicación industrial de la energía termonuclear, no debe olvidarse que el océano constituye la mayor reserva de hidrógeno del mundo.

La oceanografía no ha cumplido aún cien años. Tributaría durante mucho tiempo de la curiosidad de algunas ricas naciones marítimas, y paradójicamente favorecida como tantas otras ramas de la tecnología por la segunda guerra mundial, puede jactarse de magníficas conquistas técnicas y de un mejoramiento evidente del nivel de vida en todo el mundo. Pero su contribución al bienestar de la humanidad no se detiene ahí: las perspectivas futuras son todavía más brillantes, en la medida en que cabe prever que el hombre se volverá más y más hacia el mar como fuente de alimentación, de materias primas industriales, y de energía.



© Woods Hole Oceanographic Institution

ESTE «MARIANO» ENCAPUCHADO no es más que la cabeza de un pequeño tiburón fotografiada desde abajo. Este animal pertenece a un género de la familia de los Oxinotidae, de los que sólo se conocen tres especies en el Mediterráneo y las aguas australianas. Mide apenas un metro, y su dentadura difiere de la de los otros tiburones conocidos.

EL TIEMPO...

... Y EL MAR

© Atlas Photo

por Peter B. Collins

Corresponsal científico del "Sunday Times"

En muchas regiones del litoral mediterráneo, donde todo parece contribuir al encanto de las vacaciones a orillas del mar, no existe ningún balneario. El interior de la región es placentero, las playas de blanca arena se extienden a lo largo de muchos kilómetros, y el clima parece tan agradable como en cualquier lugar de veraneo. El sol brilla y calienta, mientras la brisa que sopla de la tierra hacia el mar impide que la temperatura ascienda demasiado. ¿Por qué, entonces, no hay casi bañistas, no se alzan grandes hoteles en la costa, y falta la animación propia de los balnearios? Simplemente porque uno de los factores importantes es negativo: el agua del mar está fría.

Y la culpa de que esté fría la tiene el viento.

Sí, es muy sencillo: La brisa que sopla de tierra empuja más afuera las capas superficiales del agua, agradablemente entibiadas por el sol, y que son reemplazadas por aguas más profundas y frías. Esta circulación se produce hasta en verano, cuando podría esperarse que el aire caliente de tierra hiciera subir la temperatura del mar.

Este fenómeno se produce en otros litorales además del mediterráneo, y como consecuencia del mismo, numerosas costas que cuentan con un excelente clima no pueden convertirse en balnearios populares.

Preciso es tener en cuenta que las relaciones del hombre con el mar se han visto y quizá se verán siempre limitadas por las condiciones atmosféricas, por eso que llamamos «el tiempo». En efecto, del tiempo depende la seguridad o el peligro de los hombres de mar, el provecho del pescador, y las vacaciones del «terrestre». Los temporales en alta mar, las olas que batien y el mar de fondo que las sigue, recuerdan al hombre su propia insignificancia cuando esos dos elementos, la atmósfera y las aguas del mar, se coaligan contra él.

A veces esa relación entre atmósfera y océano es tan evidente que no requiere consideraciones científicas. Otras veces la relación es más compleja, y se traduce en litorales de excelente clima pero de aguas que no sirven para bañarse, o bien en grandes temporales en alta mar. Para los expertos, la interrelación de los dos elementos es siempre perceptible, pero si bien el hombre tiene siglos y siglos de experiencia en materia de navegación y de clima, poco sabe sobre lo que ocurre en la zona crítica de contacto, es decir, en la superficie del mar donde el agua y la atmósfera se encuentran.

Algunos factores nos son familiares. Sabemos, por ejemplo, que la atmósfera no se recalienta por la acción directa del sol, sino que extrae su energía calórica de la super-

SIGUE A LA VUELTA

EL TIEMPO Y EL MAR

(Continuación)

ficie sobre la que descansa, y sobre todo de las masas oceánicas. El grado de calor que pasa de las aguas a la atmósfera, y la forma en que se produce el fenómeno, son factores del «presupuesto de energía», como se le ha llamado, es decir, de las ganancias y pérdidas de energía que se producen al contacto del aire y el mar.

Nuestro conocimiento al respecto es sólo empírico. En principio no es demasiado difícil hallar la fórmula que exprese las reacciones entre el agua y el aire, pero la atmósfera y los océanos son tan vastos, que carecemos de los datos suficientes como para conocer a fondo sus relaciones recíprocas.

No cabe duda de que las capas superiores del mar constituyen una especie de depósito de calor. Cuando el viento desplaza las aguas superficiales, provoca corrientes que llevan enormes dosis de calor de un lugar a otro. La medida exacta de ese calor depende del grado de penetración solar en las aguas, de la fuerza de los vientos, y del porcentaje de calor que pasa del agua a la atmósfera. Este tipo de fenómenos es responsable de las grandes tormentas y otros fenómenos atmosféricos, y muestran cómo los mares influyen en el tiempo, en vez de ser éste quien influya en aquéllos. También sabemos que las regiones donde nacen los grandes temporales, sobre todo en la zona tropical, son aquellas donde la atmósfera recibe una enorme cantidad de calor y humedad del mar. Pero nos gustaría poder medir mejor la energía transferida en esa forma.

Para el lego, las más simples observaciones meteorológicas en alta mar resultan terriblemente complicadas. A primera vista parece fácil tomar la temperatura del aire o del agua, medir la fuerza del viento o la precipitación pluvial. Pero a bordo de un barco todas estas mediciones resultan muy complicadas. Un navío está lejos de ser el sitio ideal para estas investigaciones científicas. Basta pensar que todo barco posee su «microclima»; su estructura metálica, el calor que reina en la interior del casco, afectan las mediciones de la temperatura ambiente. Al moverse, crea su propio viento, y esto perjudica la medición de la velocidad de las ráfagas. El hecho de que el barco sea una plataforma móvil perturba el funcionamiento de los instrumentos más sensibles, como el barómetro, y el registro de las precipitaciones pluviales.

El lenguaje de las olas

Y sin embargo, todos esos datos son imprescindibles si se quiere llegar a saber lo que ocurre entre el mar y el cielo. No bastan los datos aislados, de aquí y de allá; hay que multiplicarlos, y repetirlos continuamente en todas las regiones del globo. Para dar un ejemplo de las dificultades con que se tropieza, vamos a referirnos a la medición de la temperatura del mar, tanto en la superficie como en las capas más profundas. Para efectuarla se usan dos métodos: o bien se echa al mar un recipiente especial, que mide la temperatura del agua, o bien se toma la temperatura del agua absorbida por los tubos de los condensadores del barco. El primer problema está en que el recipiente nos dará la temperatura del agua superficial, mientras que los tubos recogen agua a varios metros de profundidad. El segundo problema es que no siempre la lectura de los termómetros puede hacerse correctamente, es decir a horas determinadas. La hora en que se efectúan las mediciones es tan importante como la medición misma, pero el oficial a cargo de estas mediciones puede estar ocupado en otra cosa, o dejar para más tarde el registro de la temperatura observada. Por diversas razones, los errores se van multiplicando, y lo que parecía tan sencillo se convierte en un problema muy complicado.

Algunos fenómenos atmosféricos, y sobre todo el viento, han sido estudiados mucho antes de que la meteorología se convirtiera en una ciencia. Un capitán alemán llamado Petersen inventó un sistema para registrar la intensidad del viento, basado no solamente en el aspecto del mar sino en el sonido provocado por las olas. (Esto ocurría en tiempos de la navegación a vela, cuando los marinos estaban

mucho más cerca del mar, por así decirlo, y podían escuchar mejor el bramido de las grandes olas.) Ahora bien, Petersen describió su sistema en alemán, utilizando un vocabulario difícil de traducir a otras lenguas. Por ejemplo, según él se llegaba a un punto crítico cuando el mar empezaba a «rugir», pero algunos expertos que hablaron personalmente con el viejo lobo de mar, dijeron luego que lo que Petersen llamaba «rugir» se expresaría mejor con la palabra «rodar», aunque esto parecía referirse más al movimiento de las olas que al ruido que producían.

Un viento caprichoso

Los métodos modernos para medir el viento y las olas han demostrado que, a pesar de su mucha experiencia, los capitanes de otros tiempos podían equivocarse. En efecto, la apariencia de la superficie del mar no depende solamente de la fuerza del viento sino de la temperatura del agua y del aire. Un meteorólogo cuenta que durante la travesía del Atlántico, soplaban un viento cuya fuerza, de acuerdo a la escala en uso, era de 5 puntos. El primer oficial registró la medición con arreglo a los aparatos de a bordo, considerándola correcta. Más tarde disminuyó la violencia de las olas, y el oficial hizo un nuevo cálculo por debajo del primero. Horas después volvió a haber mar gruesa, y el oficial consideró que el viento tenía nuevamente 5 puntos... hasta que el meteorólogo le hizo notar que en realidad el viento no había cambiado en ningún momento. Lo que cambiaba era la temperatura del mar, y cuando el barco atravesaba una zona de aguas más frías, el mar parecía más tranquilo a causa de la gran diferencia de temperatura entre el agua y el aire.

Sin embargo, pese a las dificultades para registrar las variaciones atmosféricas y marítimas, se cuenta ya con una cantidad considerable de datos. Ello se debe en gran parte a la tarea que realiza la Organización Meteorológica Mundial, cuya Comisión de Meteorología Marítima dirige lo que se ha dado en llamar el «plan de barcos seleccionados». Como los barcos destinados especialmente a la observaciones meteorológicas son muy escasos, se ha pedido la ayuda de unos 3.500 barcos mercantes, cuyos capitanes han aceptado mantener un servicio voluntario de observación meteorológica.

Para la meteorología internacional tiene suma importancia que entre los barcos que colaboran en el plan se cuenten unos cuantos balleneros de la región antártica. Estos barcos, cuyas actividades son objeto de una gran competencia internacional, guardan el mayor secreto posible con respecto a su derrotero y posición. Al transmitir por radio los datos meteorológicos recogidos, señalan su posición mediante un código especial que sólo puede ser descifrado por la estación meteorológica receptora. El hecho de que hayan aceptado este procedimiento muestra que no sólo los hombres de ciencia sino también los marinos comprenden perfectamente las ventajas que pueden lograrse por medio de una red de estaciones flotantes capaces de proporcionar datos sobre las condiciones atmosféricas y marítimas.

Así como el marino y el meteorólogo se ayudan mutuamente, de la misma manera ambos colaboran con otro grupo científico cuyo interés principal reside en el mar: el de los oceanógrafos. Juntos, los tres sectores luchan para lograr una imagen fidedigna de la realidad marítima. Su labor ayuda a los hombres de mar, y también a usted, lector, cuando viaja por mar o por aire. Cuanto más sepamos sobre la influencia del tiempo en la formación de las olas, más perfecto será el diseño de los barcos y menores las desagradables consecuencias de la mar gruesa para aquellos que emprenden un largo viaje... o cruzan solamente el canal de la Mancha. Cuanto más sepamos sobre las capas atmosféricas que cubren la superficie de los mares, mejores y más seguros serán los aviones de pasajeros.

Por supuesto, siempre habrá que arrostrar tormentas y huracanes, así como siempre habrá playas tentadoras en las que el agua resulte luego desagradablemente fría. Pero mientras los hombres de ciencia y los marinos sigan trabajando juntos, los efectos del tiempo sobre el mar, y del mar sobre el tiempo, serán menos importantes para nosotros. Con frecuencia la gente dice que la ciencia es sólo una, y es verdad. La oceanografía, ciencia del mar, se aproxima mucho a la meteorología, ciencia del tiempo... Y cuanto más próximas estén, mejor será para todos nosotros.

LOS HOMBRES DE CIENCIA NECESITAN BARCOS

por *H.F.P. Herdman*

del Instituto Nacional de Oceanografía de Gran Bretaña



Foto Offshore Exploration Group Inc

El navío oceanográfico es una plataforma móvil de trabajo, indispensable para los hombres de ciencia que estudian el mar. Les permite transportar hasta la zona de observación los instrumentos científicos necesarios, y efectuar experiencias imposibles de reproducir en los laboratorios. Vemos aquí un navío desde el cual se estudia el relieve submarino mediante explosiones cuyos ecos son registrados por los hidrófonos.

El oceanógrafo, ¿necesita en realidad contar con un barco? Quienes tienen que facilitar el dinero para la construcción y el funcionamiento de los buques oceanográficos de investigación, se plantean a menudo esta pregunta, pero los oceanógrafos no tienen la menor duda de que, por importante que sea para ellos disponer de instalaciones en tierra firme para analizar los datos recogidos, su labor depende sobre todo de las observaciones efectuadas en el océano. Por ejemplo, en un laboratorio situado en la costa no es posible medir las corrientes profundas y aun superficiales del océano, ni tampoco determinar el relieve del fondo del mar o su composición. El estudio del movimiento del mar y de las olas, así como la estrecha relación que existe entre ambos y la atmósfera requieren, en primer lugar, una compleja serie de observaciones efectuadas en el propio mar. La mayor parte de los problemas relacionados con el descubrimiento de los bancos de pescado por medios acústicos no pueden resolverse en una pileta de laboratorio; todos los conocimientos que se poseen sobre los seres vivos del mar se han conseguido únicamente gracias a las muestras recogidas a distintas profundidades. Estos no son sino algunos de los problemas que actualmente investigan los oceanógrafos en el mar, y para cuyo estudio ha sido necesario construir buques especialmente equipados. El batiscafo y el submarino de aluminio capaz de descender a grandes profundidades, cuya construcción han proyectado los Estados Unidos de América, son los nuevos métodos que se emplearán para la exploración de las profundidades del océano. Sin embargo, es probable que, durante largos años, su utilización no sea sino complementaria de la que realicen los barcos de superficie. El hecho de que esos «vehículos» lleven a bordo una tripulación, representa tal vez un paso extraordinario para vencer una de las mayores dificultades con que se enfrentan los oceanógrafos, es decir, la de saber lo que hace el aparato cuando ha desaparecido de la superficie. Se han realizado muchos progresos en el empleo de las cámaras cinematográficas y, en menor escala, de las cámaras de televisión, pero esos elementos no pueden reemplazar a la observación directa efectuada por el ojo humano. Lo ideal sería que cada uno de los barcos de investigación fuera lo bastante grande para servir de buque-nodriza a un submarino que pudiese descender a grandes profundidades. La mayor parte de las «enfermedades infantiles» de que adolecen actualmente los aparatos experimentales que se utilizan en el mar, podrían descu-

brirse directamente mediante observaciones hechas bajo la superficie. Los submarinos de tipo usual podrían prestar servicios a este respecto, pero no pueden sumergirse a grandes profundidades y es sobre todo con respecto a estas últimas donde faltan datos sobre el funcionamiento de los instrumentos.

Los océanos, que ocupan más de dos tercios de la superficie del globo, son virtualmente desconocidos, salvo en las rutas habituales. Sólo los buques dedicados a investigaciones, los balleneros, los barcos hidrográficos y los cable-ros visitan, aunque en raras ocasiones, las zonas del mar apartadas de las rutas corrientes. Tanto el número de buques de investigación capaces de operar en los mares lejanos como el de oceanógrafos calificados para utilizarlos son muy reducidos.

El conocimiento del espacio ultra-terrestre es sin duda alguna necesario pero, durante muchos años, los medios de subsistencia de la humanidad van a depender en gran parte del mar, y el coste de las investigaciones oceanográficas, aun organizadas en escala mundial, no representaría sino una ínfima fracción del dinero que se gasta en los experimentos, en muchas ocasiones poco eficaces, de proyectiles dirigidos para explorar dicho espacio y a los que se da tanta publicidad. Las investigaciones oceanográficas son de gran utilidad para los marinos, los pescadores, los ingenieros de puertos y los meteorólogos, así como para otras muchas personas, pero son imposibles si los oceanógrafos se encuentran desprovistos de su instrumento esencial: los buques adecuadamente equipados.

El uso cada vez mayor de material electrónico ha permitido afrontar muchos problemas oceanográficos que, hasta cierto punto, no había sido posible estudiar anteriormente. En la actualidad, es posible medir con absoluta precisión desde un buque la altura de las olas; se han hecho observaciones acerca de los efectos del viento sobre la forma de las olas, utilizando para ello boyas libres especialmente concebidas para este uso, lanzadas en medio del océano por un barco de investigación.

Las corrientes profundas y, en términos generales, los movimientos de las grandes masas de agua del océano pueden medirse hoy día estudiando el rumbo de boyas lastradas; las modernas sondas acústicas permiten medir la profundidad y estudiar el relieve del fondo del mar en todas las profundidades, con una precisión tan extraordinaria que hace diez años se hubiera considerado imposible; fotografiar el fondo del mar es hoy día un procedimiento de uso corriente. Los buques de investigación recogen asimismo calas de sedimentos marinos situados en el fondo del mar, de hasta 20 metros de longitud, que tienen inmenso valor para los geólogos, los cuales pueden descubrir así la historia de la tierra desde hace muchos millones de años. Desde el punto de vista biológico, los instrumentos electrónicos, para no mencionar sino un solo ejemplo, permiten hoy día utilizar el método del carbono-14 para medir el ritmo de la fotosíntesis, y la cámara submarina ha permitido fotografiar, con resultados sorprendentes, cefalópodos de grandes profundidades. Estos ejemplos

no representan sino unos pocos aspectos de la investigación oceanográfica y permiten afirmar, sin la menor exageración, que la posibilidad de disponer de buques de investigación modernos, bien equipados y de suficiente capacidad, es absolutamente esencial para los estudios oceanográficos.

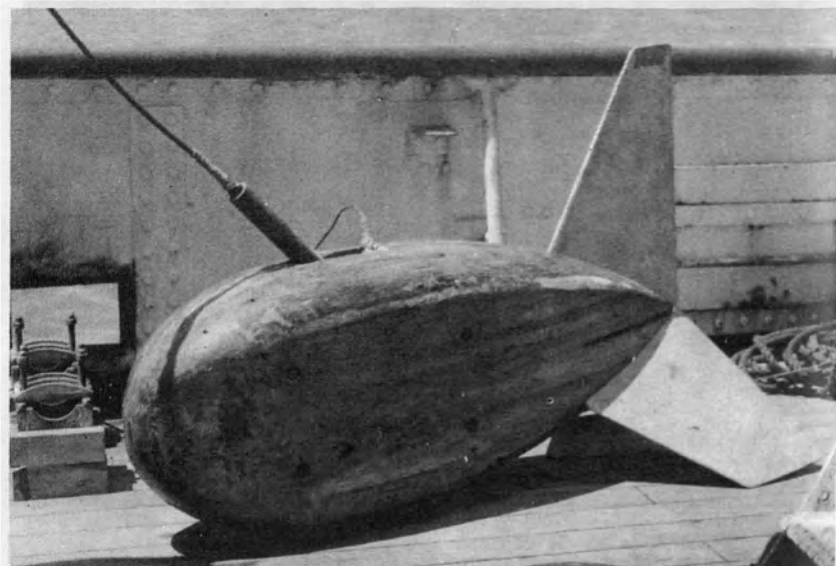
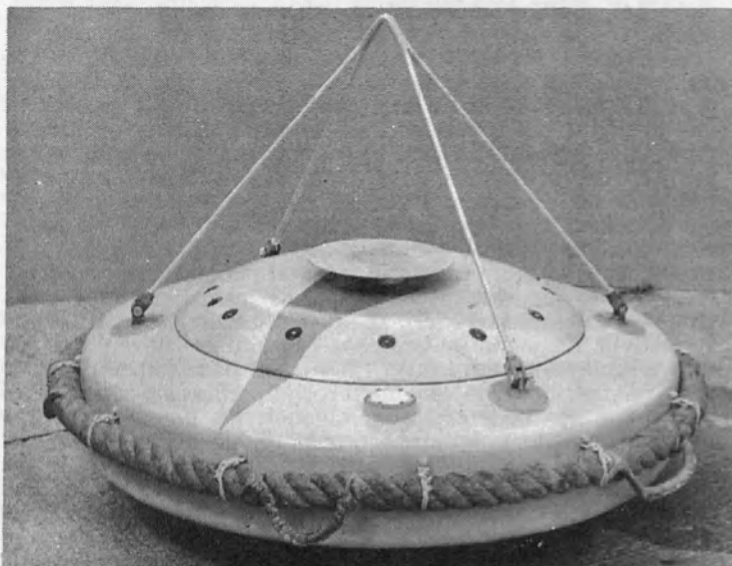
Los buques de investigación de poco tonelaje pueden ser de gran valor para trabajar en aguas costeras o interiores, en las que pueden recoger material para los laboratorios cercanos, establecidos en las costas. Como no se alejan de la base de estudios, esos barcos pueden utilizarse fácilmente en diversas ramas de la oceanografía y dar su máximo rendimiento. Por otra parte, es evidente que el sitio que permita realizar estudios de oceanografía estará siempre lejos de la tierra firme y en los lugares donde el océano es profundo, y que los buques utilizados para ello deben ser lo bastante grandes para transportar no sólo los diversos equipos de ciencia necesarios para obtener un amplio cuadro de conjunto de las condiciones oceánicas, sino también para instalar aparatos de diversos tipos.

¿Cuál es el barco ideal de los oceanógrafos?

Hay múltiples factores que es preciso tener en cuenta para determinar la capacidad de un buque de investigación. Figuran entre ellos la posibilidad de navegar en todas las condiciones atmosféricas, el número de hombres de ciencia de que se disponga para utilizarlo, la naturaleza de trabajos que deban efectuarse y la zona en que haya de operar el navío, la posibilidad de contar con los fondos necesarios para mantenerlo en estado de navegar y, factor que no es menos importante en algunos países, la conformidad con las disposiciones reglamentarias dictadas por los respectivos gobiernos en lo que se refiere al espacio disponible para alojamiento, etc.

El espacio asignado a los laboratorios y el requerido en cubierta para efectuar todas las maniobras de difícil ejecución en un navio bien equipado para las investigaciones, incluso aunque no permita hacerlas todas, ha aumentado considerablemente en las últimas décadas; este simple factor determina en gran parte las dimensiones que debe tener el buque. Las opiniones difieren notablemente en la determinación del tamaño ideal: la Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas dispone de tres grandes buques de investigación que desplazan unas 6.000 toneladas, y está construyendo por lo menos otros dos barcos más; en los Estados Unidos de América, debido posiblemente al elevado costo de la construcción naval, se considera adecuado un buque de tipo más reducido, de unas 1.000 toneladas de barcos de cerca de 3.000 toneladas.

En la Gran Bretaña el R.R.S. «Discovery II» de 2.100 toneladas, ha estado en servicio durante cerca de 30 años,



Fotos (©) National Institute of Oceanography, England

LAS BOYAS MÁS PERFECCIONADAS forman parte del equipo actual de los oceanógrafos. La de la izquierda sirve para medir y registrar automáticamente las relaciones entre la presión del aire y la forma de las olas. Lleva en su interior un microbarógrafo, un giróscopo, cámara fotográfica y otros instrumentos. A la derecha, buya en forma de pez en la que se coloca el transductor de un aparato sondador acústico de precisión. La buya es remolcada y su cable la conecta con el registrador de profundidades.



Foto U.S. Navy

EL « ATLANTIS » fue construido en 1931 para las investigaciones y estudios de la Woods Hole Oceanographic Institution. Este navío ha hecho más de 160 expediciones en el Atlántico norte y sud, el Pacífico, el mar Rojo, el Índico, el Mediterráneo y el mar de las Antillas.

y constituye un excelente modelo de barco que puede navegar por todos los mares y en todas las condiciones atmosféricas posibles y, por consiguiente, puede aprovechar todas las oportunidades de trabajo que las condiciones permitan.

Al proyectar la construcción de un buque de investigación, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones principales: espacio para instalar el equipo científico moderno y para alojar adecuadamente a los hombres de ciencia y la tripulación, dejando una reserva suficiente para atender a las necesidades científicas futuras; grupos generadores capaces de producir energía eléctrica comparable a la requerida por una ciudad pequeña, y economía de los gastos de navegación y conservación.

Entre otros factores, como ya se ha dicho, figura también la necesidad de que el barco pueda navegar en todas las condiciones atmosféricas posibles y durante periodos que pueden oscilar entre cuatro y seis semanas; en este caso, es necesario disponer de combustible suficiente para

que el buque pueda navegar por lo menos 15.000 millas. Uno de los puntos más importantes que debe tener en cuenta el constructor, es, tal vez, la forma que convenga dar al casco del buque de investigación.

En el pasado, no se puso demasiado cuidado en adaptar las cualidades marineras del buque de investigación a las necesidades del trabajo que realiza el oceanógrafo; hoy día, debe prestarse especial atención no sólo a las cualidades marineras del barco —es decir, a la capacidad de surcar los mares en condiciones de seguridad y sin hacer mucha agua— sino también a sus condiciones de estabilidad; el navío debe permitir la instalación de una «plataforma» de trabajo que permita a los hombres de ciencia utilizar el equipo correspondiente en todo momento, salvo, como es natural, en caso de grandes tempestades.

La necesidad de esta «plataforma» estable es especialmente grande en los momentos en que el buque está detenido para descender los aparatos, a fin de realizar observaciones, y por ello se sugiere la instalación de tanques para conseguir la estabilidad conveniente. También es preferible, aunque no de absoluta necesidad; que el navío conserve un grado suficiente de estabilidad cuando se dirige al siguiente punto de observación. Una vez en ruta, el mejor medio de obtener un perfecto equilibrio consiste en utilizar quillas de balance; sin embargo, su instalación es relativamente costosa, ocupan un espacio importante y no tienen prácticamente ninguna utilidad cuando el buque está parado.

Teniendo en cuenta todos esos factores, parece que, durante los próximos años, las necesidades del oceanógrafo podrían satisfacerse mediante buques de 2.800 a 3.000 toneladas de desplazamiento, cuya proporción de manga a eslora sea bastante alta. Unos 13 metros de manga, unos 80 de eslora y un calado de 5 metros y medio parecen dimensiones adecuadas para conseguir una perfecta estabilidad. Esas dimensiones reducirían la velocidad del barco, a menos de aumentarse el espacio destinado a la maquinaria, en cuyo caso aumentarían también los gastos de combustible.

Más cabinas para más especialistas

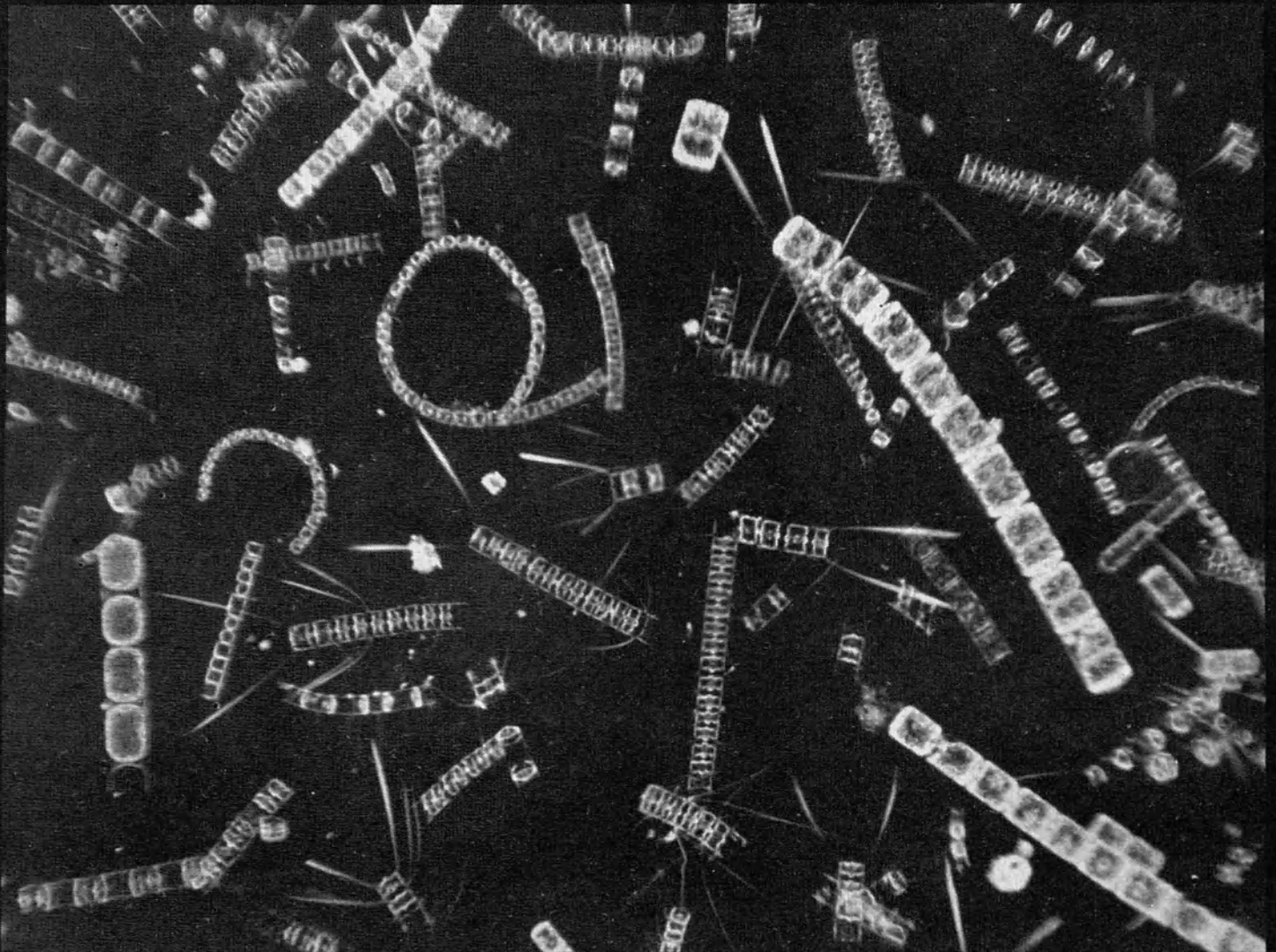
Existen también algunas diferencias de opinión en lo que concierne a la proporción entre el personal científico y la tripulación, especialmente cuando se trata de un buque de reducidas dimensiones, donde el problema del espacio es de primordial interés. El uso cada vez mayor de material electrónico en oceanografía ha modificado considerablemente la situación desde hace veinte años. En esa época, un reducido grupo de hombres de ciencia y uno o dos auxiliares especialistas podían hacer todas las tomas de muestras y análisis normales.

Por ejemplo, el promedio de personal científico que integraba los equipos de cinco misiones bienales que realizaron investigaciones a bordo del «Discovery II», entre los años 1929 y 1939, fue de siete hombres de ciencia, dos de ellos auxiliares. Hoy día, cada rama de la oceanografía requiere un equipo de especialistas (hombres de ciencia, técnicos y auxiliares), y resulta muy difícil encontrar espacio para todos ellos en barcos de reducidas dimensiones.

En Estados Unidos se piensa en la posibilidad de que en cada expedición haya tantos hombres de ciencia como marinos, lo que supone que el personal científico tendrá que ocuparse de muchos aparatos que suelen manejar los tripulantes. Otros países prefieren emplear a gente de mar para este trabajo, dejando más tiempo libre al personal científico y a los técnicos para examinar los resultados obtenidos por medio de tales aparatos.

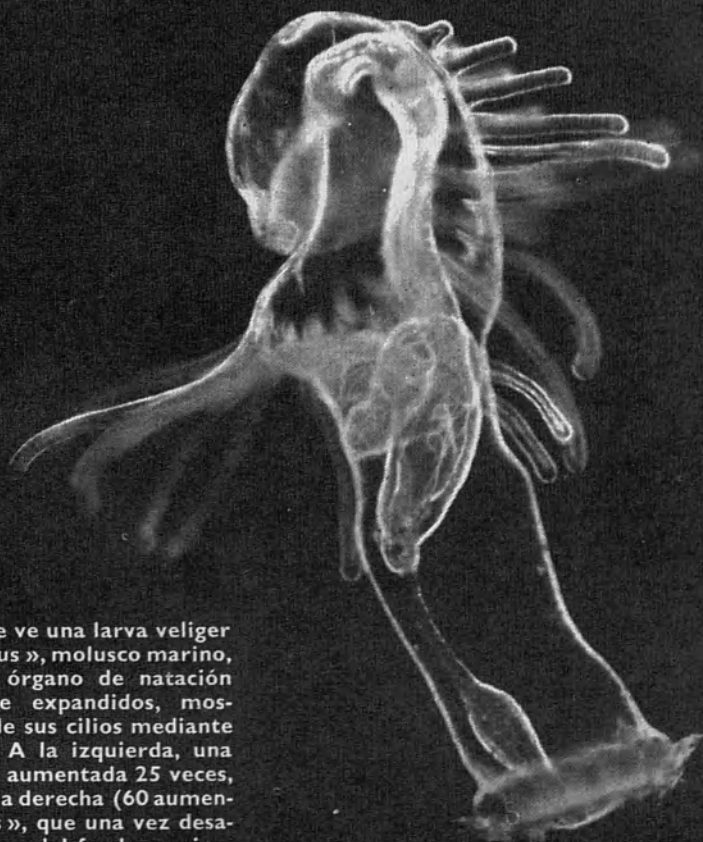
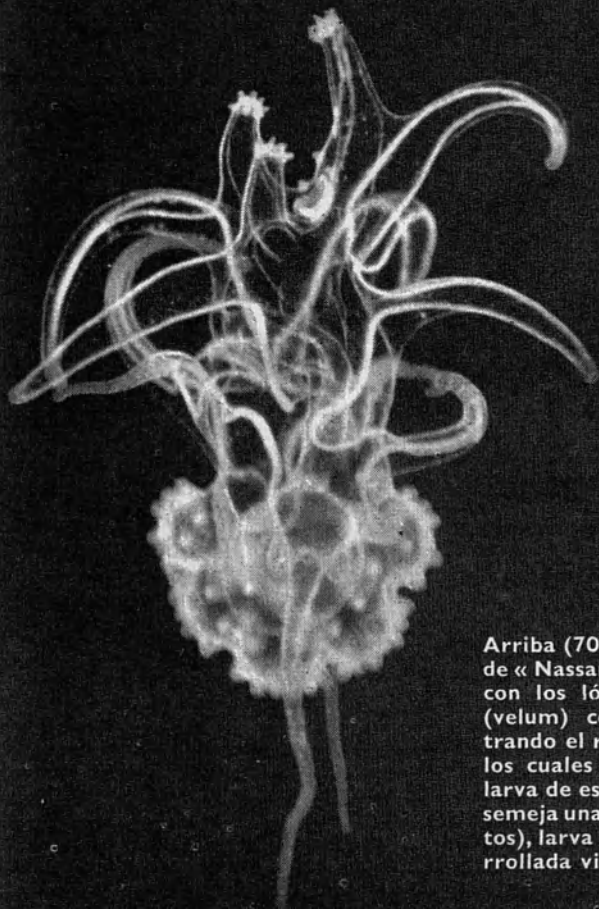
Poco hemos dicho de las dificultades con que tropieza el oceanógrafo que trabaja en mares muy profundos. Su vida entraña largos periodos pasados en el mar, realizando experimentos más o menos rutinarios, en condiciones atmosféricas variables, el cuidado de aparatos complicados, lejos de las instalaciones de tierra y una falta total de comodidades. Para llevar a cabo su trabajo, el oceanógrafo necesita buques, buenos buques que le permitan aumentar con éxito el acervo de conocimientos sobre los mares.

LAS JOYAS DE NEPTUNO



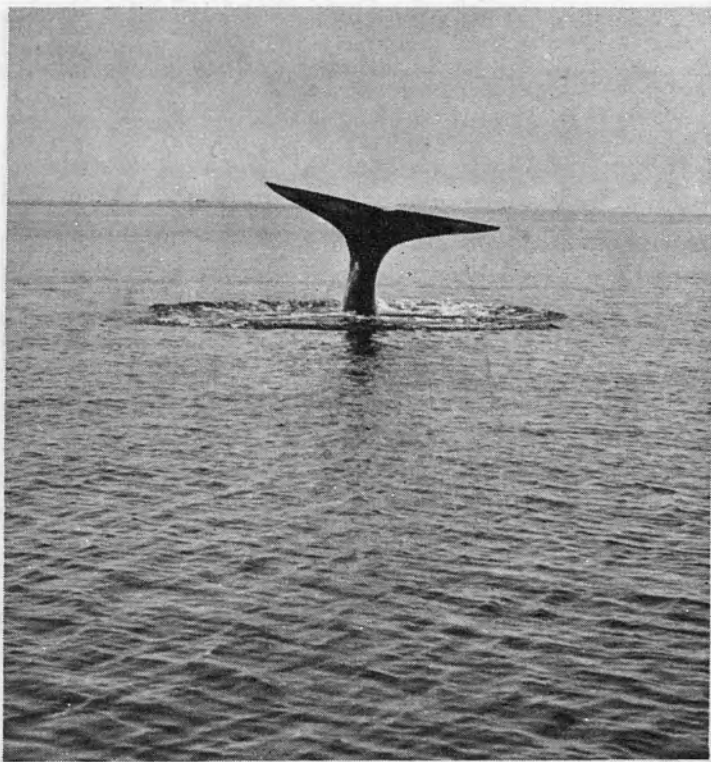
Semejantes a brazaletes y anillos de diamantes, estas resplandecientes joyas son diatomeas (principalmente *Chætoceros* y otras diatomeas en cadena) que constituyen parte del fitoplancton. Sus celdillas de cristales de silicio han sido aumentadas 130 veces. Una copa de agua marina puede contener millones de organismos vegetales microscópicos que el ojo humano no sospecha. A su vez, multitud de animales igualmente invisibles a simple vista se alimentan de esos vegetales todavía más pequeños que ellos. Bajo la denominación de "plancton" —palabra derivada del griego, y que significa "errar", derivar a favor de las corrientes—, esta extraña comunidad de animales (zooplancton) y de

plantas (fitoplancton) incluye asimismo otras criaturas marinas en estado larval. Partiendo de las sales nutrientes del agua marina que alimentan al fitoplancton, y del zooplancton que se nutre de aquél, se va formando una verdadera cadena alimenticia: peces que comen plancton y son comidos por otros peces, pulpos y calamares que se alimentan de pececillos, hasta llegar a las gigantescas ballenas que tanto comen peces como calamares o plancton... Estas microfotografías tomadas por Douglas P. Wilson, del Laboratorio de biología marina de Plymouth, Reino Unido, muestran las extrañas y hermosísimas formas que presentan los componentes del plancton y las larvas de estos asombrosos seres marinos.



Arriba (70 aumentos) se ve una larva veliger de « *Nassarius incrassatus* », molusco marino, con los lóbulos de su órgano de natación (velum) completamente expandidos, mostrando el rápido batir de sus cilios mediante los cuales se desplaza. A la izquierda, una larva de estrella de mar aumentada 25 veces, semeja una bailarina. A la derecha (60 aumentos), larva de « *Phoronis* », que una vez desarrollada vivirá en el limo del fondo marino.

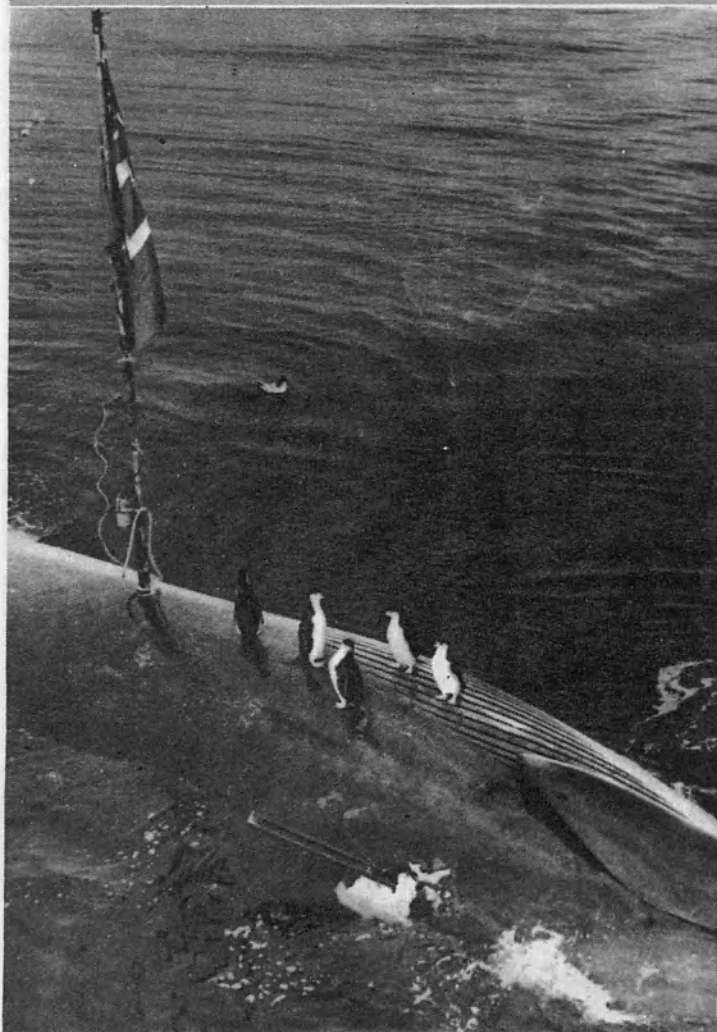
Fotos (Douglas P. Wilson, Marine Biological Laboratory, Plymouth



Scripps Institution of Oceanography, U.S.A.

Los pingüinos encuentran un refugio inesperado sobre el cuerpo de una ballena arponeada por la flotilla de pesca soviética que opera en la Antártida. Alineados, parecen saludar la bandera con que se señala la presa. Arriba, se ve la zambullida vertical de una ballena que huye de sus perseguidores. Algunas se sumergen hasta los 700 metros, pero luego se ven obligadas a volver a la superficie para respirar.

Foto oficial de la URSS



MÁS PESCADO EN LA MESA DEL MUNDO

por el Dr. D.B. Finn

Jefe de la Dirección de Pesca de la FAO

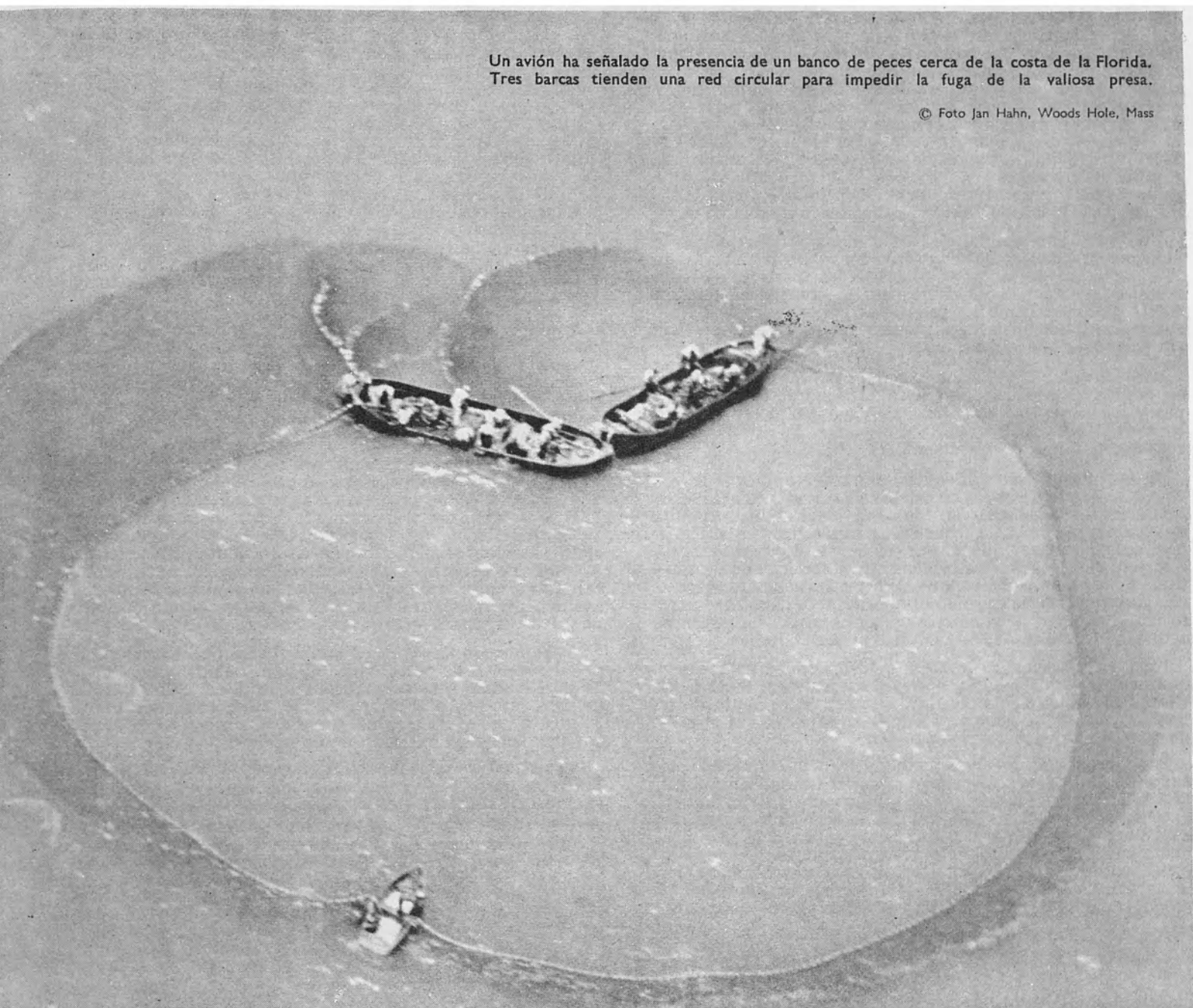
¿**C**ual es el límite de los recursos alimenticios que podemos extraer del mar?

No hay duda de que el panorama actual permite afirmar que la pesca seguirá en continuo aumento, especialmente en Asia, el Lejano Oriente, África y América del Sud. La expansión en esas zonas dependerá sobre todo de la rapidez con que los países interesados motoricen sus flotillas pesqueras, introduzcan métodos y equipos modernos, y adiestren a sus pescadores. Todo eso llevará mucho tiempo, y se cumplirá gradualmente. Tampoco sabemos si las pesquerías ya existentes en esas regiones soportarán una explotación más intensa, aunque todo hace suponer que se puede pescar mucho más sin inconveniente alguno. Los ejemplos de la India y Ceilán son suficientes en ese sentido.

Otro factor importante es que gran parte de la pesca actual se efectúa sobre la plataforma continental, que abarca solamente un 10 % de la superficie marina. Recientes experiencias prueban que la fauna pelágica, como por ejemplo el atún, puede ser pescada en muy amplias regiones de los océanos y mares. Así, los pescadores japoneses que recorren la costa del Brasil y descienden hasta el Atlántico austral, han pescado enormes cantidades de atunes de diferentes especies. Una gran industria derivada del atún ha nacido de la iniciativa de los pescadores franceses que recorren la zona de Dakar, en el África Occidental, y por su parte los japoneses han demostrado

Un avión ha señalado la presencia de un banco de peces cerca de la costa de la Florida. Tres barcos tienden una red circular para impedir la fuga de la valiosa presa.

© Foto Jan Hahn, Woods Hole, Mass



que se pueden desarrollar nuevas e importantes pesquerías de atún en otras regiones de la costa africana. Los barcos pesqueros japoneses operan actualmente en diversas zonas del Océano Índico, el Mar de la China y, naturalmente, el Océano Pacífico.

Otro caso de incremento de la pesca se ha registrado en Haití, donde un experto de la FAO ha demostrado prácticamente que en las aguas próximas a la costa hay gran abundancia de atún. El mismo experto ha propuesto que se establezca allí una pesquería similar a la que ya existe en Cuba.

En los últimos años, los informes de los expertos de varios países que estudian las reservas biológicas marinas, permiten afirmar que la pesca puede multiplicarse sin peligro. Por ejemplo, un experto de la FAO que trabaja en Arabia Saudita, ayudó a organizar flotillas de pesca en el Mar Rojo, demostrando así en forma práctica que la cantidad de pescado era suficiente para que una empresa comercial obtuviera beneficios.

En general se considera al Mediterráneo como un mar pobre en peces, pero nuestros expertos han obtenido resultados alentadores en las pescas experimentales realizadas en las costas de Siria y de Túnez. La pesca del camarón era considerada como de poca importancia en el Mediterráneo, y había quienes estaban convencidos de que el camarón era sumamente escaso en esas aguas. Sin embargo, al terminar la última guerra, algunos pescadores

franceses descubrieron bancos de camarones de muy buena calidad, y actualmente hay barcos procedentes de Argelia, Egipto, Italia y Turquía que se ocupan de esa pesca con excelente provecho.

Estos ejemplos corroboran la opinión de aquellos expertos para quienes las reservas de peces en muchas regiones del mundo no son suficientemente explotadas. Esas zonas incluyen el Mar de Arabia y el Golfo Pérsico, donde se pescan anchoas y otras especies, las aguas del sur de Australia, la costa occidental de América del Sur, y el Canal de la Mancha, donde se pesca en abundancia la sardina.

En apoyo de la opinión de que existen enormes reservas inexploradas, puede citarse el caso de la súbita mortandad que afecta a ciertos peces, y las consecuencias que pueden extraerse del hecho. Por ejemplo, un barco de la Unión Soviética que en 1957 navegaba en la región sudoriental del Mar Arábigo, entró en una zona donde flotaban enormes cantidades de peces muertos. La zona se extendía entre los 60 y 70 grados de longitud este, y los 10 y 12 de latitud norte, abarcando una superficie de 200 000 kilómetros cuadrados. Los peces tenían entre 20 y 25 centímetros de largo, o sea que debían pesar unos 100 gramos. Si suponemos que sólo en una décima parte de esa región había peces muertos en una densidad de 10 por metro cuadrado, cabe deducir que más de 20 millones de toneladas de peces habían perecido. Pero incluso si disminuimos en diez veces la importancia de ese desastre, todavía

hay que calcular dos millones de toneladas de peces muertos. Se supone que la mortandad se debió a una capa de agua carente del oxígeno suficiente. En efecto, bajo ciertas condiciones puede suceder que una capa de agua de este tipo suba a la superficie impulsada por una fuerte corriente, y que los peces mueran por falta de oxígeno. Muchos informes análogos hacen suponer que el fenómeno no es tan raro como podría suponerse. Por ejemplo, en abril de 1956, los marinos que recorrían el Mar Árabe vieron que el agua «empezaba a hervir con la brusca aparición de millares de peces del tamaño de la caballa». Otros fenómenos parecidos han sido señalados en la misma zona.

En todos estos casos, el factor que nos interesa es la enorme cantidad de peces observados, vivos o muertos. Se trata siempre de millones de toneladas, pertenecientes a reservas no explotadas. Por más que los peces puedan sufrir desastres como los señalados, no cabe duda de que sus reservas son inmensas, y que se puede pescar en ellas sin temor de que disminuyan.

Para apreciar los enormes recursos del mar, basta tener en cuenta el desarrollo extraordinariamente rápido de la pesca de la sardina en África del Sur. En pocos años se ha creado allí una pesquería floreciente, que proporciona centenares de miles de toneladas de pescado.

En los últimos tiempos se han descubierto nuevas reservas de crustáceos y moluscos en diversas regiones del globo. Abundan los crustáceos en las aguas de la costa oriental de América, en la costa oriental de Australia y en el Golfo de México, a la vez que se pescan langostas en África del Sur y al oeste de Australia. Pero los descubrimientos continúan, y es muy probable que el incremento de las pesquerías que se advierte en todo el mundo permitirá encontrar nuevas reservas de cangrejos, langostas, langostinos, ostras, y otros animales igualmente aprovechables.

Todo lo anterior se refiere a los peces, crustáceos y moluscos de agua salada, pero también deben tenerse en cuenta los de agua dulce. Hay un gran incremento de la pesca en aguas interiores, y todo hace suponer que el producto obtenido será cada vez mayor.

Todos aquellos que han podido ver los «tambaks» de Indonesia y la venta de carpas vivas en China, sabrán que la cría de peces es un arte tan antiguo como tradicional en esas regiones asiáticas. La práctica se transmite de padres a hijos y de maestros a aprendices; es un arte más que una ciencia, y quienes lo practican ignoran las razones científicas que les permiten criar los peces. Empero, en la actualidad es posible afectar esa cría en condiciones mucho más ventajosas. Se han sentado las bases científicas

de la cría de peces, eliminándose una serie de factores que hasta ahora habían conspirado contra estos métodos. Por ejemplo, podemos utilizar aguas que antes parecían estériles e inaprovechables. Cisternas, canales de irrigación, zonas pantanosas y marismas saladas que no se prestan para los cultivos, pueden ser aprovechados hoy en día para la cría de peces.

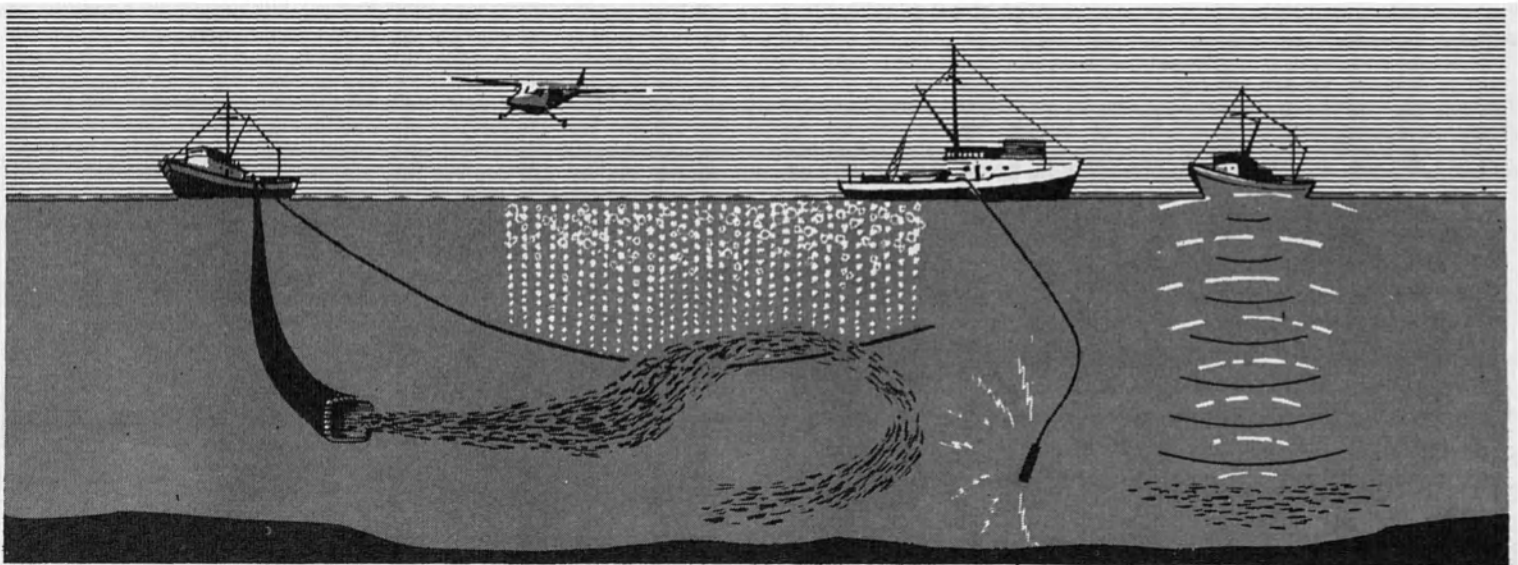
Las posibilidades son muy vastas. Solamente en la región Indo-Pacífica se calcula que hay 37 millones de hectáreas de aguas continentales «cultivables». Si se aprovecha esta enorme superficie líquida, no tardará en lograrse una gran producción anual. Para las zonas insuficientemente desarrolladas, este tipo de pesca será particularmente beneficioso. La pesca puede hacerse en la zona más adecuada, con lo cual se eliminan los problemas de transporte, conservación y venta, que afectan el comercio en las regiones poco evolucionadas.

También se hacen esfuerzos para estimular la cría de peces en América Central, donde podría establecerse una industria capaz de proporcionar las proteínas animales necesarias a la población de esas regiones. Y no debemos dejar de mencionar el éxito que han alcanzado los experimentos destinados a criar peces de agua dulce en los arrozales inundados.

En efecto, dichos experimentos han permitido comprobar que los peces de los arrozales comen plantas e insectos que constituyen otras tantas plagas para el arroz, con lo cual la cosecha de este último es más abundante. Hay quienes sostienen que puede lograrse así un aumento del siete por ciento en las cosechas, sin contar el beneficio extraído de la pesca. ¿Cómo dudar de que esta novedad tan interesante debe ser introducida lo antes posible en la India, Egipto, Birmania y otros países donde el arroz se cultiva en tierras cubiertas por el agua?

Ya hemos aludido a la riqueza prácticamente inagotable de las reservas de peces, tanto de agua salada como dulce. Se han reunido pruebas suficientes como para afirmar que de esas reservas podrían extraerse, sin inconveniente, de 50 a 60 millones de toneladas anuales, sin contar las nuevas pesquerías que puedan descubrirse.

Para llegar a una pesca tan enorme, no sólo habrá que tener en cuenta las reservas mismas, sino otros factores ya mencionados: la motorización y mecanización de las barcas pesqueras, el perfeccionamiento del equipo, el adiestramiento de los pescadores, la implantación de técnicas modernas de preparación de conservas y de transporte de pescado fresco en cámaras frigoríficas, y la organización de todo lo concerniente al transporte, distribución y venta en las zonas insuficientemente desarrolladas.



Dibujo © Felton Design Studio, U.S.A.

NUEVAS TÉCNICAS DE PESCA. La mayoría de los pescadores siguen empleando métodos que apenas han cambiado a lo largo de los siglos. Pero la ciencia moderna les ofrece nuevas técnicas con las que se logran resultados extraordinarios. De izquierda a derecha. Barco equipado con bombas de succión que aspiran los peces hasta la cala. Barrera de burbujas de aire comprimido que salen de un tubo a remolque, y que «arrear» los peces hacia la bomba. Un avión localiza los bancos de peces y los señala a los barcos. El barco del centro posee un dispositivo que crea una «barrera eléctrica»: los peces son atraídos o repelidos por los polos positivos o negativos de un campo eléctrico. El barco de la derecha localiza los cardúmenes mediante el «sonar», dispositivo supersónico que proporciona una información exacta sobre la profundidad a que se halla el banco de peces y su importancia.



LAS COSECHAS DEL MAR

Esta «campesina del mar» es japonesa, y se dedica a la recolección de algas en la costa. Si bien la industria pesquera en el Japón es la más grande del mundo, la ración alimenticia de cada habitante no sería lo bastante completa si no incluyera una cierta cantidad de algas; por eso la cocina japonesa comprende diversos platos a base de esos vegetales. En otros países también se recogen algas, que la industria aprovecha para extraer la alginina, utilizable en la fabricación de los cosméticos, textiles, papel, tinta... y también del chocolate y las mermeladas

© Almasy

UNA NECESIDAD URGENTE : PROTEÍNAS

La pesca mundial ha aumentado mucho en los últimos tiempos, y se aproxima a los 34 millones de toneladas métricas por año; esta cifra señala un aumento de 14 millones de toneladas métricas con relación a 1938. Los mayores aumentos se deben sobre todo al empleo de barcos perfeccionados, mejores equipos y aparejos, y sobre todo al empleo de dispositivos electrónicos para localizar los bancos de peces y al desarrollo de técnicas para la pesca en flotillas. En algunos casos el aumento se debe a que algunas especies son mucho más buscadas que antes; por ejemplo, la producción danesa y noruega de arenques se ha duplicado desde 1938, porque los pescadores se dedican ahora a pescar los «arenques de invierno». Antes de la última guerra, la pesca del atún no interesaba gran cosa a los pescadores de los Estados Unidos, pero desde entonces se ha convertido en una importante actividad comercial.

Probablemente el aumento más espectacular de la pesca desde 1945 se ha registrado en la Unión Sudafricana (incluida el Africa Sudoccidental). La pesca se concentra especialmente en la sardina, que hasta 1938 carecía prácticamente de valor comercial. Hoy en día esa pesca ha dado origen a una gran industria: en 1957 se obtuvieron 300 000 toneladas, y más de 400 000 en 1958.

En los últimos tiempos, la industria pesquera de la Unión Soviética ha logrado un desarrollo extraordinario, tanto en lo referente al número de barcos como al producto obtenido, que ha aumentado en más de un millón de toneladas desde 1938. Así, de 1 500 000 toneladas obtenidas en ese año, se ha pasado a 2 620 000 toneladas en 1956. En ese mismo período el número de barcos pesqueros pasó de 36 406 a 60 443. El aumento más significativo se registró en los barcos a motor, que de 2 727 pasaron a 12 387. En muy pocos años la URSS ha lanzado al mar una gran cantidad de flotillas de pesca, que extraen cada vez mayor cantidad de peces del mar.

Otro rasgo característico en el desarrollo de la pesca lo constituye el creciente número de barcos-fábricas. Los ingleses han iniciado con todo éxito esta nueva modalidad, utilizando para ello el *Fairtry*, barco en el que no sólo se pesca en alta mar durante dos o tres meses, sino que se efectúan todas las operaciones de preparación de conservas e industrialización del pescado. También la URSS posee barcos-fábricas, que según algunos informes se elevan a varias docenas.

El incremento de la pesca en Japón después de la última guerra ha sido extraordinario. En 1938 el producto se elevaba a 3 560 000 toneladas de pescado, pero en 1958 se llegó a pescar 5 505 000 toneladas. Japón es el primer país

SIGUE A LA VUELTA

pesquero mundial, y obtiene anualmente casi 3 millones de toneladas más que los Estados Unidos, que ocupan el segundo lugar. El *Yearbook of Fishery Statistics* establece la siguiente lista de los países pesqueros más importantes del mundo: Japón, Estados Unidos de América (y Alaska), China (continental), URSS, Noruega, India, Reino Unido, Canadá (y Terranova).

La observación más interesante que puede extraerse de esta tabla es que la India se ha sumado a los principales países pesqueros, con más de un millón de toneladas anuales. Esto es particularmente importante, pues en la India existe urgente necesidad de enriquecer la dieta de proteínas animales; el notable incremento de su pesca indica el esfuerzo que se ha hecho para ampliar y modernizar la flotilla y la industria pesqueras.

Tal como se advierte en otras esferas —agricultura, industria, ciencia, medicina, etc.—, la diferencia existente entre los países evolucionados y aquéllos insuficientemente desarrollados, tiende a aumentar en vez de disminuir. Por ejemplo, el producto de la pesca en el norte de Europa ha pasado de 1.760.000 toneladas en 1938, a 3.160.000 en 1957, lo que arroja un aumento del 80 %. En cambio, la pesca en Asia ha aumentado de 9.360.000 a 12.880.000 toneladas, y sin embargo Asia tiene mucha más necesidad de productos alimenticios. Esta situación es típica, y muestra la necesidad de una cooperación internacional gracias a la cual los países más desarrollados ayuden a los que no han alcanzado todavía suficiente desarrollo. En el caso de Asia la situación es peor de lo que parece, pues uno solo de sus países —el Japón— consume 5.399.000 toneladas de pescado, con lo cual quedan solamente 7.400.000 toneladas para todos los países restantes de esa inmensa región.

Situaciones similares se registran en Africa y en América del Sud.

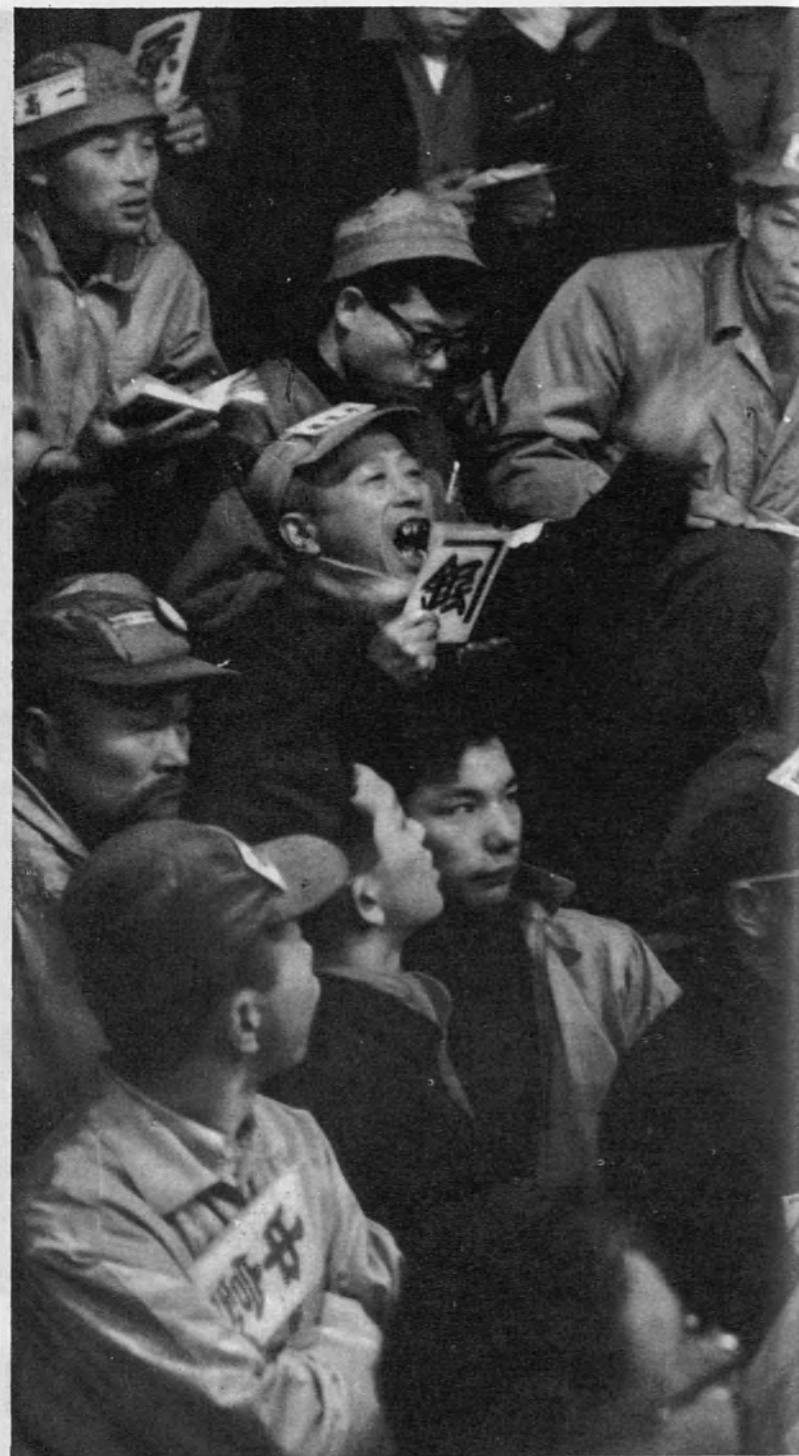
Recursos alimenticios insospechados

El problema de aumentar la productividad de los países insuficientemente desarrollados puede ser estudiado desde otros ángulos. Por ejemplo, en 1957 la producción alimenticia mundial había vuelto con creces a su nivel *per capita* de antes de la guerra; sin embargo, más de la mitad de la población del mundo (mil quinientos millones de personas aproximadamente) carecen actualmente de las proteínas animales suficientes para asegurar una buena dieta. No hay duda de que la agricultura ha hecho grandes progresos en estos años, pero la mitad de ese desarrollo tiene por escenario a los Estados Unidos, que sólo alimenta al 7 % de la población mundial.

En el Lejano Oriente, donde vive más del 50 % de la población mundial, la producción alimenticia no ha superado el nivel de la preguerra, y ese nivel no basta para proporcionar vigor y salud a la población. Aunque en los países insuficientemente desarrollados se registra un incremento en la producción alimenticia, éste se ve contrarrestado por el aumento de la longevidad, y es así cómo en grandes regiones del globo las poblaciones siguen viviendo al borde del hambre.

Teniendo esto en cuenta, se verá que un suministro más abundante de pescado sería particularmente bienvenido, puesto que es una rica fuente de proteína animal, elemento que falta en la dieta de los habitantes de esas zonas. Sin incurrir en un optimismo inoportuno, puede decirse que el suministro de pescado puede aumentarse considerablemente mediante la utilización de los recursos usuales, como acaba de demostrarlo la India. Pero como nadie conoce exactamente el límite de las riquezas marinas, una de las grandes tareas que esperan al hombre es la de explorar e investigar esos recursos, determinando sus características y posibilidades. Los biólogos que trabajan en los laboratorios marinos saben ya que la pesca de peces, crustáceos y moluscos puede duplicarse sin perjudicar las fuentes conocidas. Esta garantía es muy alentadora, y permite trazar planes inmediatos para aumentar la pesca mundial.

El incremento de la producción pesquera presenta múltiples problemas que no se advierten a primera vista. Por ejemplo, exige una cooperación internacional para la conservación, desarrollo y administración de la pesquerías mundiales. Ni siquiera la más evolucionada de las naciones puede desarrollar por sí misma un programa completo en esta esfera, aunque más no sea por el hecho de que



PESCADO A DISCRECIÓN

la pesca comercial es una actividad de competencia internacional. La pesca se efectúa muchas veces en zonas oceánicas y marinas sobre las cuales ninguna nación posee derechos exclusivos, por lo cual es necesario celebrar acuerdos internacionales para preservar y mantener el nivel necesario de las pesquerías. Este último factor es de capital importancia para aquellos países que están ampliando o aspiran a ampliar sus flotillas pesqueras, a fin de que actúen en aguas situadas fuera de los límites territoriales.

Pero aparte de las normas nacionales o internacionales para el desarrollo de la pesca, se requieren flotillas motorizadas, nuevos tipos de barcas pesqueras perfeccionadas, equipo moderno, y además hay que adiestrar a los pescadores para la mejor utilización de los últimos inventos y técnicas aplicables a la pesca. Se trata de múltiples y complejos problemas, y aunque mucho se ha progresado en ese sentido, continuamente se plantean nuevas cuestiones vinculadas con la administración de las pesquerías, el depósito, la fabricación de conservas de pescado, el trans-



Fotos © Almay

En Tokio, la ciudad más grande del mundo (9.300.000 habitantes) se consumen 1.500 toneladas diarias de pescado. El atún es el más favorecido, y la foto de arriba permite apreciar las enormes cantidades de magníficos atunes que llegan diariamente al mercado. Como en todos los puertos de pesca, la venta se hace al mejor postor; a la izquierda puede verse a un grupo de compradores.

porte, la venta y la distribución de los productos del mar.

Todas estas cuestiones obstaculizan y retardan los esfuerzos para incrementar el volumen de la pesca, pero a pesar de ello las cifras arrojan saldos positivos y permiten alentar esperanzas para el futuro. La pesca mundial ha aumentado en un 60 %, pasando de 19.090.000 a 33.720.000 toneladas en el plazo que va de 1948 a 1957. Como se ve, estos resultados superan las máximas esperanzas que algunos años atrás se habían atrevido a abrigar los expertos. En los últimos 30 años se han hecho mayores progresos que en los 3.000 años precedentes. Y todo hace suponer que el desarrollo se acelerará todavía más, y quizá la próxima década nos permita ver un aumento sensacional de la pesca en todo el mundo.

Pero a pesar de estos progresos, la pesca considerada como industria se halla todavía en la etapa en que se encontraba la agricultura hace miles de años. Todavía recorreremos miles de kilómetros cuadrados en los océanos y los mares, buscando presas allí donde ninguna nación posee derechos y donde los bancos de peces están, por así

decirlo, en estado salvaje. La finalidad de las pesquerías debe consistir en «domesticar» los peces, de manera que se los puede reunir y alimentar de la misma manera que lo hacemos con el ganado. Sin duda ciertas especies marinas no se prestarán nunca a esta domesticación, pero otras, en cambio, se adaptarán perfectamente, siempre que el desarrollo de las pesquerías mundiales se lleven a cabo sobre la base de una cooperación internacional.

He aquí algunos ejemplos de cómo este punto de vista puede aportar contribuciones prácticas al incremento de la producción pesquera mundial. Tomemos en primer lugar las barcas pesqueras. Cuando la FAO estudió el diseño de las barcas más comunes (de unos veinte metros de largo), se vió que la gran mayoría de ellas habían sido construidas con arreglo a antiguos métodos, sin el menor intercambio de ideas o de experiencias entre los diseñadores y los constructores. En 1953 y 1959, la FAO organizó congresos internacionales para el estudio de las barcas pesqueras, despertando así el interés de los ingenieros navales por esa esfera tan descuidada hasta entonces, y mostrando a los cons-



© Almasy

Como medida de precaución, los japoneses siguen utilizando el contador Geiger para controlar la pesca, aunque en los últimos seis años no se ha señalado ningún caso grave de contaminación radiactiva.

tructores diferentes maneras de aumentar la eficacia y seguridad de las barcas pesqueras.

Por otra parte, los centros de formación y aprendizaje son los medios más eficaces para difundir rápidamente los adelantos y conocimientos técnicos a todas las regiones del globo; por eso la FAO los auspicia y utiliza con la mayor amplitud posible. En la India funcionan ocho centros de formación organizados por la FAO y administrados por el Gobierno, donde centenares de pescadores se han adiestrado en los últimos 4 años en todo lo referente a la navegación y manejo de barcas a motor y de equipo de pesca moderno. El resultado más notable de estos centros es que basta un curso de seis meses para enseñar a pescadores analfabetos el uso del compás y de las cartas marinas, y el manejo de pequeñas barcas pesqueras a motor, provistas de modernos equipos de pesca y redes de nilón. Los pescadores adiestrados en el centro logran resultados tan excelentes que, después de deducir la mayor parte del producto de la pesca para pagar la barca y el equipo (mediante un sistema de cuotas), ganan todavía dos o tres veces más que los pescadores que se empeñan en seguir empleando las barcas o balsas tradicionales, las canoas primitivas y los tipos locales de redes de pescar.

Durante miles de años, el hombre ha practicado la cría de peces en estanques y viveros. Hoy en día, con todos los adelantos de la ciencia y la tecnología modernas, ese tipo de pesca puede desempeñar un papel cada vez más importante en el esfuerzo por aumentar la cantidad de productos alimenticios extraídos de las aguas.

El hombre posee ya suficientes recursos técnicos para superar todos esos problemas. La primera etapa de su labor ha de consistir en aplicar todos los perfeccionamientos posibles al desarrollo de las pesquerías insuficientemente explotadas. Para ello se requiere una cooperación internacional cada vez mayor. Gracias a ella lograremos un desarrollo armonioso de todas las pesquerías del mundo, con el consiguiente beneficio para las industrias pesqueras de las diversas naciones y el abundante suministro de pescado a los consumidores que lo necesiten.

Este artículo es un resumen de algunos capítulos de «Fish-The Great Food Potential», por el Dr. D.B. Finn, que va a ser publicado próximamente por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. La Dirección de «El Correo de la Unesco» agradece a la FAO que le haya permitido utilizar estos materiales inéditos.

ÁTOMOS EN EL MAR

por *George W. C. Tait*

Director de la División de Salud, Seguridad y Eliminación de Desechos Radiactivos, del Organismo Internacional de Energía Atómica

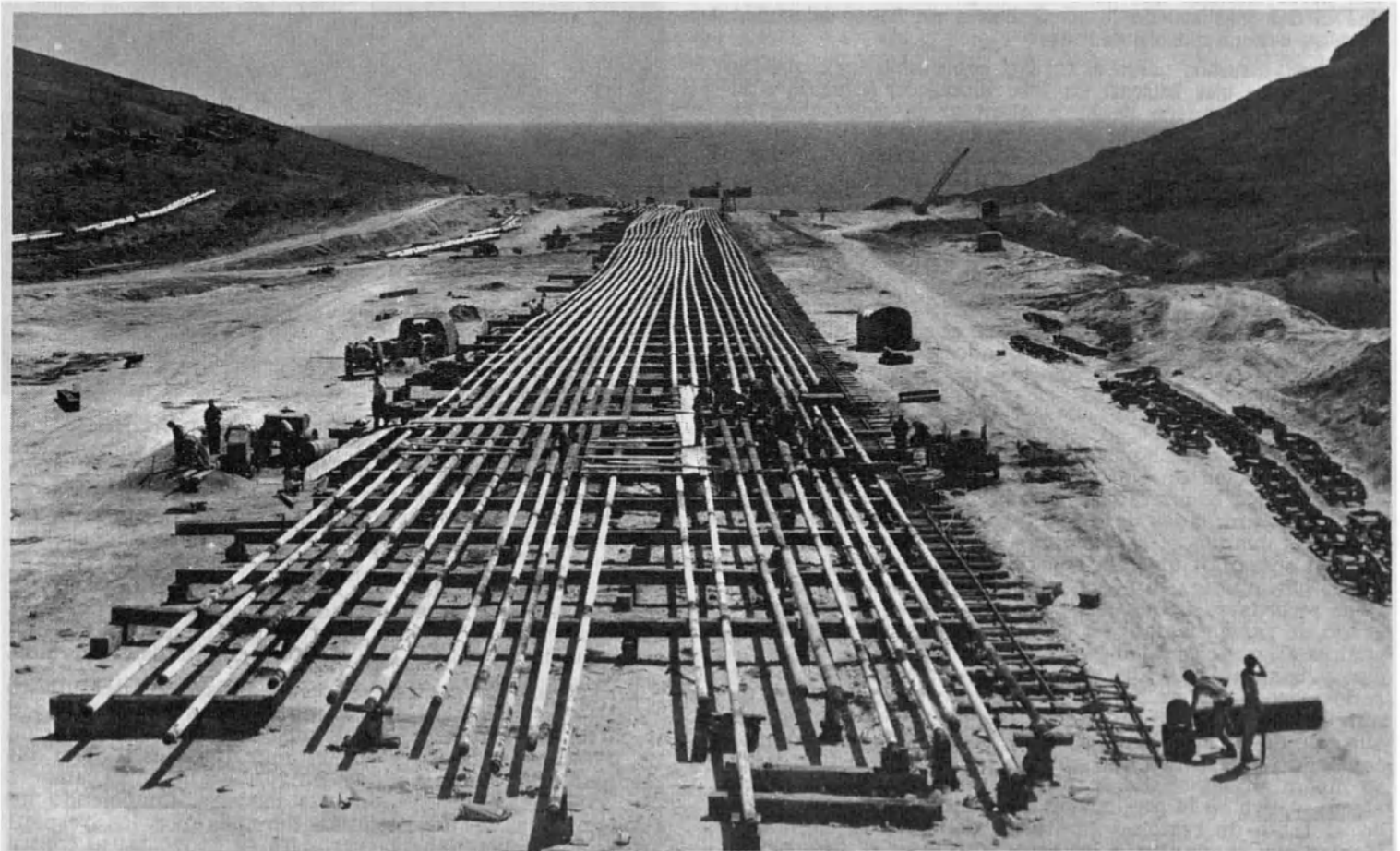
La eliminación de desechos radiactivos es una consecuencia inevitable de la explotación de los materiales fisionables. Los desechos aumentarán considerablemente si llegan a concretarse las esperanzas y los planes actuales de dominar las fuerzas contenidas en el núcleo del átomo, para producir la fuente más importante de energía con que contará el hombre del futuro.

Considerando que la evacuación indebida de desechos tiene ya una larga historia, es lógico temer que en la eliminación de desechos radiactivos se proceda también en forma irresponsable. Todo el que reflexione tiene derecho a preguntarse si no existe el peligro de contaminar de radiactividad las aguas del mar, cuando considera la práctica habitual que consiste en utilizarlo como vaciadero de todos los desechos indeseables. Se ha insistido en los riesgos que entraña el empleo creciente de la fuerza nuclear, primero como peligrosa curiosidad de laboratorio y luego como arma inigualada de destrucción. El conocimiento de la manera en que la radiactividad del mar puede retornar al hombre por medio de los alimentos que éste ingiere, es la razón de que el interés se concentre en esta posibilidad. La mayor parte de los alimentos del hombre llegarían a alcanzar un grado intolerable de radiactividad si se siguieran volcando en el mar los desechos radiactivos.

El profano, un tanto inquieto, desea que el hombre de ciencia, el especialista en oceanografía o en biología marítima lo orienten en esta cuestión, y pide garantías de

seguridad a los responsables de la eliminación de los desechos radiactivos.

Por su parte el hombre de ciencia enfoca el problema desde dos puntos de vista. Puede emplear sus conocimientos para estudiar la evacuación de desechos radiactivos en condiciones de seguridad, o puede aprovechar la amenaza que entraña esa evacuación para enriquecer sus conocimientos. Ambas actitudes son perfectamente legítimas, pero el especialista debe indicar cuál es la que ha asumido. El especialista en oceanografía estudia la manera en que los desechos evacuados en una parte del océano se dispersan y, llegado el momento, se ponen en contacto con las criaturas vivientes. El especialista en biología marina averigua en qué forma esas peligrosas sustancias penetran en el organismo viviente, se concentran o diluyen a medida que pasan de una criatura a otra hasta llegar en algunos casos al hombre. En la búsqueda de los métodos para evacuar en el mar los desechos radiactivos, en condiciones de seguridad, el especialista en oceanografía se interesó ante todo por las fosas profundas que se encuentran en diversas partes del mar. Parecía razonable suponer que esas profundidades debían de estar aisladas de las capas superiores de agua durante largos periodos de tiempo. Los resultados de los trabajos más recientes muestran que esa suposición era equivocada. El valor de los abismos oceánicos como zonas aisladas de evacuación es dudoso. Sin embargo hay pruebas concluyentes de que las aguas más profundas de los océanos no se mezclan rápidamente con las



Fotos © C. O. I., Londres

EL CAMINO DE LA SEGURIDAD. Por este conducto llegarán hasta el Canal de la Mancha los desechos del centro nuclear inglés de Winfrith Heath. La tubería penetra hasta 3 km en el agua, y descansa en el fondo del canal. Otro conducto análogo vuelca en el Mar de Irlanda los desechos radiactivos y altamente peligrosos de los centros atómicos instalados en Cumberland.

SIGUE A LA VUELTA

capas superiores. El cálculo del tiempo necesario para la mezcla es muy variable (de 50 a 2.000 años). Aun en el caso de que fuera exacta la cifra menor, sería conveniente evacuar los desechos en aguas profundas antes que en las superficiales, para retrasar el momento en que los peces los subirán a la superficie.

La mengua normal de la radiactividad disminuirá el grado de contaminación de los alimentos del hombre. Sin embargo, todavía no se conocen bien el alcance y porcentaje de la mezcla, sobre todo en los mares profundos, y mientras no se realicen nuevas investigaciones, los especialistas en oceanografía vacilan en dar instrucciones sobre la manipulación de los desechos. La contaminación en cadena de los alimentos, y los cambios de concentración del material radiactivo al pasar de los microorganismos marinos al hombre por intermedio de los peces, son aún menos conocidos y será necesario realizar una importante serie de investigaciones antes de que puedan darse respuestas generales a los problemas que plantea la evacuación de importantes cantidades de materiales radiactivos en el mar.

Como ya hemos dicho, debemos distinguir entre las investigaciones sobre los métodos de evacuación y la evacuación de desechos como pretexto para las investigaciones. En este caso particular, la investigación tendría en sí misma, fundadamente, su propia justificación. Quienes se ocupan de los desechos radiactivos no parecen muy interesados en utilizar los mares como zona general de evacuación en gran escala.

Esta situación se debe a circunstancias diversas. En primer lugar, por el momento no es necesaria esa solución. El 99,99 por ciento de los desechos producidos son almacenados en depósitos permanentes, en condiciones de seguridad. El almacenamiento se efectúa, como corresponde, cerca de los lugares de producción, evitando los graves problemas de transporte y manipulación que plantearía la evacuación en gran escala en las profundidades del mar. Este tipo de almacenamiento está ya tan perfeccionado que su costo es probablemente menor que el del traslado de los desechos a un lugar adecuado para su evacuación en el mar.

Si nos volvemos hacia el futuro, comprobaremos que los especialistas que buscan en este momento soluciones al problema que puede llegar a plantear la evacuación de desechos cuando se haya generalizado la explotación de la energía nuclear, se muestran poco interesados en utilizar en gran escala el mar. Gran parte de esa resistencia se debe a la importancia que se atribuye el mar como fuente de los mayores recursos del hombre, y al temor de no poder enmendar el error una vez cometido. Por eso, al planear la futura evacuación en gran escala, se busca sobre todo la solución en tierra donde hay ciertas posibilidades de localizar y corregir las equivocaciones. Por el momento y a pesar de sus evidentes defectos, el simple almacenamiento en tierra en lugares adecuados parece la solución mejor y más sencilla para nuestros problemas inmediatos.

Cualquier lector de periódicos puede preguntarse por qué no nos hemos referido en esta discusión a la tan mentada evacuación de desechos radiactivos en las costas de varios países. La razón de ello es muy sencilla: esa evacuación es una bicoica comparada con el problema que hemos tratado. Las cantidades de radiactividad eliminadas son tan pequeñas cuando se las compara con la que se producen, que no entrañan una agravación de los problemas mundiales que plantea la evacuación de desechos radiactivos. Debe recordarse siempre que todas las cosas tienen cierto grado de radiactividad. La cuestión reside, pues, en saber cuál es el grado máximo de radiactividad de los desperdicios y basuras más allá del cual no debe permitirse que se los arroje al mar. El autor de este artículo no sabe de ningún responsable del control de desechos radiactivos que esté de acuerdo con que se evacúe en el mar cualquier cantidad de desechos que pueden perjudicar al hombre y su medio ambiente. Se acepta en general que tendrá un efecto nocivo en la producción de alimentos, incluso cuando se trate de regiones limitadas del mar. El problema técnico que se plantea a los especialistas es el de establecer normas y métodos de control para asegurar que la radiactividad de los desechos arrojados al mar no alcance nunca un nivel tan alto que determine una contaminación, incluso en un lugar circunscripto.

Los responsables de la evacuación en el mar de esas cantidades relativamente pequeñas de desechos radiactivos toman por lo general todas las precauciones necesarias para asegurar que no se produzca una contaminación que perjudique al hombre. Desde luego, es necesario reconocer los factores que pueden oponerse a la buena realización de sus tareas. Por un lado las personas más interesadas en el aspecto económico de la energía nuclear pueden defender ciertas técnicas que darían por resultado una disminución de los costos. Esta es la situación imperante en la actualidad, pues el cálculo de costos de la energía nuclear es decisivo, y una pequeña economía en la manipulación de los desechos puede determinar la aceptación de una oferta entre varias otras. Por este motivo sería sumamente conveniente organizar las funciones de tal manera que las de control de la evacuación estuvieran perfectamente separadas de las relativas a la producción.

Por otro lado hay en muchos especialistas la desdichada tendencia a ignorar la labor que realizan sus colegas en materias afines, y a desinteresarse de ella. Tampoco escapan a la vanidad los hombres de ciencia, y les agrada pensar que sólo a ellos se debe el progreso de los conocimientos. Por eso muchas de las críticas hechas a la

Foto © C. O. I., London.

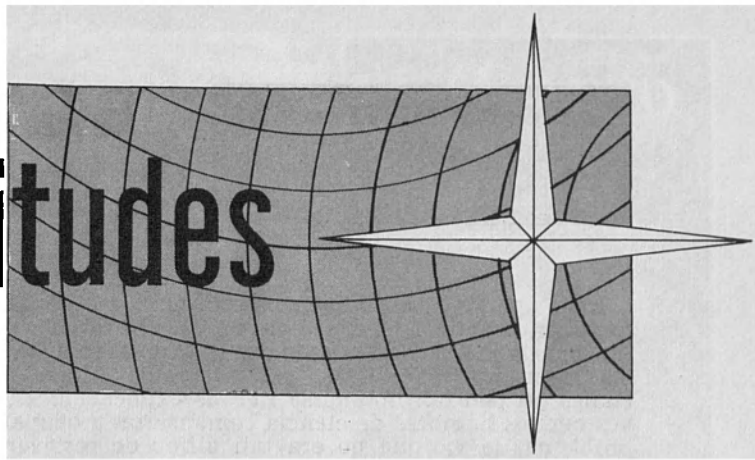


LA PESCA DE LOS ÁTOMOS PELIGROSOS. Los marinos del *Mary Munro II*, que vemos en el embarcadero de Whitehaven, no son pescadores como los demás. Cada mes su barco recorre la costa de Cumberland, en el Mar de Irlanda, a fin de verificar la radiactividad de las aguas en las zonas donde los centros atómicos evacúan sus desechos.

manipulación de desechos radiactivos y en especial a la manipulación en el mar, derivan simplemente de una información parcial y no resisten en análisis detenido.

En la situación presente el sector esclarecido del público tiene una función útil que cumplir y una responsabilidad importante. Debe pedir a quienes controlan la evacuación de desechos radiactivos en el mar que justifiquen las medidas adoptadas. No hay ningún argumento valedero que explique la reserva en esta materia. Conociendo los fundamentos de las medidas tomadas por los responsables, el público deberá prestarles su apoyo tanto contra la presión de los partidarios de una política menos estricta, como contra las críticas infundadas de quienes no se han tomado de la molestia de informarse bien sobre el problema en conjunto.

Latitudes y Longitudes



DOS MIL ESCUELAS EN CIEN DIAS: Las autoridades mexicanas han dispuesto la preparación y envío de los materiales indispensables para la construcción de dos mil aulas rurales antes del mes de setiembre, en que se conmemorarán los 150 años del comienzo de la lucha por la independencia nacional. Cada día parten de la Capital Federal veinte ejemplares del *aula rural tipo*, ingeniosa combinación de

SERVICIO FILATÉLICO DE LA UNESCO



“La amistad entre los niños de todo el mundo” es el tema de este sello de Checoslovaquia. Los dibujos de la serie son obra de escolares participantes en un concurso auspiciado por la Unesco. Este sello, de 30 heller, ha sido impreso en azul, rojo y amarillo. Se lo puede obtener en el Servicio Filatélico de la Unesco que dispone de sellos de correo emitidos por muchos Estados Miembros en conmemoración de ciertos actos de la Unesco o de las Naciones Unidas (Inauguración de la Nueva Casa de la Unesco, Día de los Derechos del Hombre, Año Mundial del Refugiado, etc.). El Servicio Filatélico de la Unesco es Agente de la Administración Postal de las Naciones Unidas en Francia y dispone, por ese motivo, de todos los sellos de correo puestos en circulación por la ONU. Toda persona que lo solicite al Servicio Filatélico de la Unesco (Plaza de Fontenoy, París-7^o) recibirá una lista de los sellos y objetos disponibles, con inclusión de precios y formas de pago.

las posibilidades de la industria, la arquitectura y la artesanía de las localidades más remotas. La estructura metálica, producida en las grandes factorías, tiene un peso de 4.300 kilos, es transportable en camión y puede desmontarse en piezas aisladas de menos de 50 kilos para facilitar su manejo. La piedra, la arena, el ladrillo, el adobe o simples materias vegetales, según las posibilidades, completan la construcción que puede quedar terminada en 15 días.

LA AYUDA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA A LA CAMPAÑA MUNDIAL DE ERRADICACIÓN DE LA MALARIA

D EL total de mil cuatrocientos millones de personas que sufren de malaria o viven en zonas expuestas a la terrible enfermedad, más de 280 millones se han visto liberadas de la amenaza a fines de 1959, gracias a las intensas campañas de erradicación llevadas a cabo. Sin embargo, al presentar su informe en la reciente conferencia de la Organización Mundial de la Salud, el Dr. M.G. Candau, Director General de la misma, manifestó que todavía falta reunir una suma de siete millones de dólares para alcanzar el total que requieren las actividades de erradicación previstas para 1960-1961. «Con excepción de un país —los Estados Unidos de América—, que ha proporcionado más del 90 % de los fondos disponibles, las contribuciones internacionales siguen estando muy por debajo de las buenas intenciones y de las promesas de asistencia», manifestó el orador. Las cifras facilitadas por el Gobierno de los Estados Unidos indican que durante 1960 se han destinado 32 millones de dólares para la Campaña Mundial de Erradicación de la Malaria. Esta suma incluye 3 millones de dólares para la O.M.S., 2 millones de dólares para la Organización Sanitaria Panamericana, y el resto se destina a luchar contra la malaria en 25 países del Oriente, del sud de Asia, de Africa y de América Latina.

El costo total de cada edificación es de algo menos de tres mil dólares. La clase da cabida a cincuenta alumnos con todas las ventajas de una edificación moderna, aparato de proyección, pizarrón convertible en pantalla, radio, tocadiscos, y casa para el maestro con su mobiliario y artefactos eléctricos.

■ **VELAZQUEZ Y LO VELAZQUEÑO:** En el Casón del Buen Retiro de Madrid, la Dirección General de Bellas Artes de España presentará una exposición titulada «Velásquez y lo Velazqueño». Reunirá una serie de obras procedentes de colecciones particulares, museos españoles y extranjeros y obras maestras españolas anteriores, contemporáneas y derivadas de su influencia, expresivas del ambiente en que se formó y la irradiación que tuvo el arte del gran pintor español. Este es uno de los actos que se celebran para conmemorar el tercer centenario de la muerte de Velásquez el 6 de agosto de 1660.

■ **MIRAR LA REALIDAD DE FRENTE:** Las Naciones Unidas han preparado una película fija (36 imágenes, con los comentarios respectivos) destinada a que los alumnos de las escuelas secundarias de Asia conozcan algunos de los principales problemas que se plantean en sus respectivos países, y la forma en que las Naciones Unidas y los organismos especializados ayudan a resolverlos.

La película, fácilmente adaptable a las características de cada país asiático, y al nivel mental de los alumnos de las escuelas, hace hincapié en diversos aspectos históricos, geográficos y cívicos, pero ha sido

preparada de manera tal que los profesores podrán utilizarla para ilustrar lecciones sobre temas de arte, higiene y ciencias naturales.

■ **BECAS POLONIA-UNESCO PARA ESTUDIOS ESLAVOS:** El Gobierno polaco acaba de poner a disposición de la Unesco diez becas correspondientes a las siguientes ramas de estudios eslavos: historia de Polonia, filología polaca y filología eslava. Los becarios cursarán dichos estudios en Polonia, en 1960-1961, bajo la dirección de profesores universitarios.

■ **UNA BIBLIOGRAFIA AMERICANISTA:** La «Société des Américanistes», que tiene su sede en el Museo del Hombre, de París, acaba de publicar con ayuda de la Unesco, una «Bibliografía americanista», de la que es autora Madeleine Doré. Se trata de un catálogo de obras de ciencias humanas (antropología, fisiología, patología, arqueología, etnografía, lingüística, historia, geografía humana y viajes) consagradas a América. Cada una de las ramas abarca los siguientes epígrafes: Generalidades, América en general, América del Norte, América Central, Antillas y América del Sud.

■ **NUEVA EMISION DE SELLOS «UNESCO»:** En el curso del próximo otoño europeo, se pondrá en venta una serie de sellos «Unesco» emitidos por el Correo francés. Se trata de tres estampillas de 0,20, 0,25 y 0,50 NF respectivamente, que aparecerán el 12 de noviembre con motivo de la apertura de la Conferencia General de la Unesco. El artista Hertenberger se encargará de las imágenes.

EL LENTO VAIVÉN DE LAS PROFUNDIDADES

Hace apenas 16 años que comenzaron a desarrollarse los métodos prácticos de medida de la altura de las olas marinas, y menos de 10 desde que se acoplaron a los barcos los registradores de olas, para acumular datos sin los cuales no podrían obtenerse nuevas explicaciones. Y una vez que los hombres de ciencia comenzaron a ocuparse del problema, se vio que no era tan difícil de resolver como parecía.

Los especialistas siguen tratando de descubrir de qué manera la energía eólica produce olas regulares en las grandes tormentas, en vez de producir una simple agitación desordenada de las aguas. Es cuestión de acumular datos. Existen conocidos centros de tempestades, o zonas en las que se engendran las olas dominantes, pero hay otros sistemas de olas, debidos a causas secundarias, y las que vemos en un momento determinado son el resultado de una serie de olas que se desplazan a diferentes velocidades y en diversas direcciones.

Es preciso clasificar esas series, tarea que se efectúa mediante un selector que indica cómo se distribuye la energía entre olas de diferente longitud. Se trata de un aparato electrónico que viene a ser para el mar lo que un aparato de radio para las ondas electromagnéticas. Escoge y clasifica las olas de las zonas generadoras, como si fueran ondas procedentes de transmisores distintos.

Rizos de 18 metros de alto

Los especialistas saben que las olas de diferentes longitudes se separan al salir de una zona de tempestades, de manera que las olas bajas y muy largas, que se hinchan como mar de fondo sobre los bancos superficiales, anuncian la llegada del oleaje más escarpado y breve, cargado de energía turbulenta. Los conocimientos actuales han adquirido tal exactitud que los hombres de ciencia pueden medir, en la costa de Cornualles o de California, la marejada baja que desplaza energía desde los 40° de latitud sud.

En la actualidad hay métodos para distinguir lo que los marinos llaman «oleaje» y «marejada». Es decir, que los instrumentos pueden establecer la diferencia entre las olas originadas por vientos locales y las que proceden de tempestades desencadenadas posiblemente a miles de kilómetros de distancia. De esa manera, en combinación con los meteorólogos, los oceanógrafos pueden hacer pronósticos con respecto a las olas fundándose en datos meteorológicos.

Sobre la base de conocimientos teóricos y prácticos, los hombres de ciencia pueden presentar cifras y gráficos de gran utilidad para los ingenieros de puertos y los arquitectos navales. Los nuevos transatlánticos contarán con un servicio propio de información, para comodidad de sus pasajeros y facilidad de la navegación, de que no disponían al final de la guerra.

Ya se cuenta con gran cantidad de materiales sobre la acción de las olas en las costas y bajos fondos marinos, de gran valor para la protección de las líneas costeras que, durante siglos, han sido corroidas por las olas.

Si éstos son los fenómenos de la superficie y los movimientos que pueden crear esos gigantescos bucles de olas del Atlántico, que alcanzan 18 metros de altura y sacuden un transatlántico como si se tratara de una balsa, ¿qué ocurrirá en las grandes profundidades?

Los océanos cubren casi las tres cuartas partes de la superficie de nuestro planeta, y sin embargo conocemos menos la geografía de esa parte sumergida de nuestro mundo que la superficie de la Luna. La profundidad media del océano es de unos 4 000 metros, pero existen fosas que alcanzan a 10 500 metros, es decir, más que la altura del monte Everest. Ese mundo no es silencioso: utilizando hidrófonos es posible captar los ruidos de seres que no hemos visto nunca. Y además, no es un mundo tranquilo, sino que se encuentra en constante movimiento.

No es posible separar los mares del clima. Los océanos hacen de acumuladores o depósitos de calor. La energía

calórica del sol que el agua almacena, se libera cuando hace frío, operándose así un reajuste continuo del clima en todo el mundo. Para conocer las condiciones meteorológicas debemos primero conocer el mar, y a la inversa, para conocer los océanos debemos conocer la circulación atmosférica.

Se calcula que las nueve décimas partes de las corrientes superficiales (y no sólo las olas) están dirigidas por los vientos, incluyendo la Corriente del Golfo que Benjamin Franklin observó con verdadero espíritu científico hace cerca de dos siglos, la Corriente de Humboldt que llevó hasta Polinesia a la balsa del *Kon Tiki* y la Corriente de Kuro Sivo. Además los vientos influyen en cierta medida en las corrientes profundas, pues al agua superficial empujada por ellos contra la costa es impulsada hacia abajo y ejerce presión sobre las capas más profundas de las aguas, moviéndolas hacia la superficie. Se trata de un movimiento semejante al de la escalera mecánica.

Esas corrientes profundas son cada vez conocidas. Cabe recordar que el agua de los océanos no tiene una densidad uniforme y que sobre las capas de agua más pesada (por ser más fría o más salada) aparecen otras más livianas. Esas capas pueden deslizarse unas por encima o por debajo de otras, o bien moverse en distintas direcciones.

Se han ideado instrumentos para estudiar la naturaleza y el movimiento de las corrientes profundas. En parte son análogos a los que se emplean en meteorología. Cuando los meteorólogos desean explorar las capas superiores de la atmósfera y estudiar las corrientes de aire que se producen a grandes alturas, sueltan globos radiosondas dotados de instrumentos de transmisión con los que envían datos a la tierra. Para estudiar las corrientes más profundas del mar, los oceanógrafos utilizan aparatos similares, formados por dos largos tubos de aluminio que contienen pilas y un sencillo circuito electrónico. El mecanismo, que lleva un oscilador semejante al del sondeo acústico, se puede bajar a la profundidad que se desee. Si se le carga en la superficie con bastante peso para que se mantenga a una profundidad de 2 500 metros, sólo necesita un gramo más para llegar exactamente a 2 530 metros. A la profundidad elegida, deriva con la corriente y envía señales pulsantes que pueden ser recogidas por un barco en la superficie.

Los ingleses y los norteamericanos han utilizado esos métodos para estudiar la Corriente del Golfo en una «operación combinada». Se comprobó que, hacia el norte, esa corriente era poderosa en la superficie. Sin embargo, su movimiento era escaso o nulo entre 1 370 y 1 830 metros, mientras que a 2 500 y 2 800 metros derivaba hacia el sur, es decir en dirección opuesta a la de la superficie. La velocidad de esa contracorriente era de un tercio de nudo.

No hay aguas inmóviles

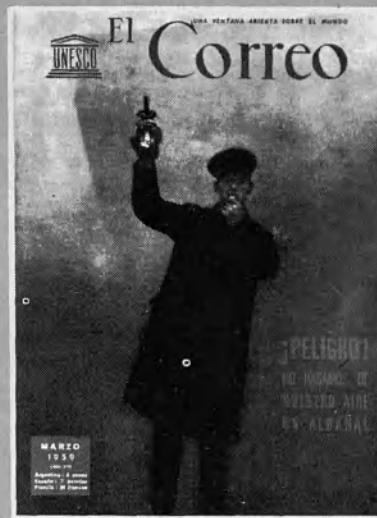
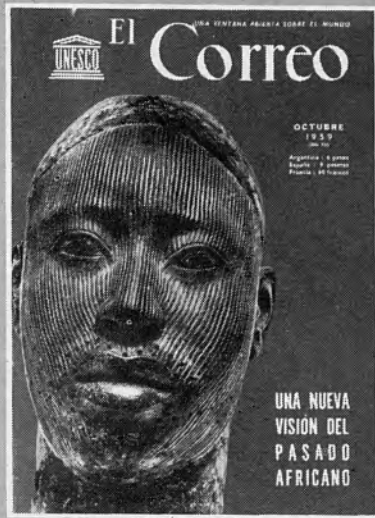
En la actualidad las ciencias marinas se desarrollan cada vez más. A los viajes por el espacio, se suman los viajes en profundidad, y nuestros conocimientos van en aumento. Por ejemplo, se supuso con excesiva desconfianza que los desechos radiactivos precedentes de las centrales atómicas podían evacuarse en las fosas, por cuanto en el fondo de las mismas las masas de agua permanecían inmóviles. Se las consideraba enormes depósitos estancos, en los que sólo al cabo de 100 000 años se produciría un intercambio entre las capas superiores. De ser así se hubiera podido evacuar incluso el plutonio, a pesar de que el promedio de su vida activa es de 25 000 años.

Pero un estudio realizado por los rusos en 12 de las 19 grandes fosas marinas, ha permitido comprobar que la renovación de las aguas se efectúa en 5 años y medio. En efecto, en sus sondeos capturaron microorganismos que vivían en el fondo. Esos microorganismos necesitan oxígeno para existir y el oxígeno sólo puede proceder de un intercambio entre la superficie y el fondo, es decir de una verdadera renovación del agua.

VENTANA SOBRE EL MUNDO

Cada mes, "El Correo de la Unesco" presenta a sus lectores un panorama del mundo moderno. Sin ser demasiado eruditos ni demasiado "populares" sus artículos profusamente ilustrados ofrecen un cuadro palpitante y vivo de la infinita diversidad de los pueblos y países de toda la tierra. No hay faceta del multifásico mundo de hoy que la revista no abarque: las ciencias que el hombre ha perfeccionado, las culturas y los conocimientos acumulados a través de los tiempos. En su quinto año de vida, "El Correo de la Unesco" no solo satisface el universal deseo de información acerca de los problemas contemporáneos sino humana, fortalece los vínculos entre los pueblos y hace que gane terreno la causa de la paz. Cada persona puede contribuir a la realización de este programa hablando de "El Correo de la Unesco" a sus amigos. La revista constituye asimismo un regalo ideal de aniversario, ya que puede enviarse a los amigos del extranjero en las diferentes ediciones en español, inglés, francés, o ruso.

LA SUSCRIPCIÓN ANUAL CUESTA ÚNICAMENTE TRES DÓLARES, o 7 NF. franceses, o su equivalente en la moneda de cada país. (Ver abajo la Lista de los Agentes.)



AGENTES DE VENTAS DE LAS PUBLICACIONES DE LA UNESCO

Pueden solicitarse las publicaciones de la Unesco en todas las librerías o directamente a su agente general. Los nombres de los agentes generales no incluidos en esta lista pueden conseguirse por simple petición. Es factible efectuar el pago en la moneda de cada país. El precio de suscripción anual a "El Correo de la Unesco" se menciona entre paréntesis a continuación de las direcciones de los agentes generales.

ANTILLAS NEERLANDESAS. — C.G.T. van Dorp & Co. (Ned. Ant.) N.V. Willemstad, Curacao.

ARGENTINA. — Editorial Sudamericana S.A., Alsina 500, Buenos Aires. (80 pesos).

BÉLGICA. — Para El Correo: Louis de Lannoy, 22, place de Brouckère, Bruselas (100 fr. b.). Para otras publicaciones: Office de Publicité S.A., 16, rue Marçq, Bruselas. N.V. Standaard Boekhandel, Belgielei 151, Amberes.

BOLIVIA. — Librería Selecciones. Avenida Camacho 369, Casilla 972, La Paz.

BRASIL. — Librairie de la Fundação Getulio Vargas, 186, Praia de Botafogo, Caixa Postal 4081, Rio del aneiro.

COLOMBIA. — Librería Central, Carrera 6-A No 14-32, Bogota. (16 pesos).

COSTA RICA. — Imprenta y Librería Trejos S.A., Apartado 1313, San José. (15 colonnes.)

CUBA. — Librería Económica, Pte. Zayas 505-7, Apartado 113. La Habana

CHILE. — Editorial Universitaria, S.A. Avenida B. O'Higgins 1058, Casilla 10.220, Santiago. (1.750 pesos.)

DINAMARCA. — Ejnar Munksgaard Ltd., 6' Nórregade, Copenhague (K. 12 coronas).

ECUADOR. — Casa de la Cultura Ecuatoriana, Núcleo del Guayas. Calles: Pedro Moncayo y 9 de Octubre, Guayaquil.

EL SALVADOR. — Manuel Navas & Cia, 1A Avenida Sur No 37, San Salvador.

ESPAÑA. — Librería Científica Medinaceli, Duque de Medinaceli 4, Madrid. "El Correo" únicamente: Ediciones Iberoamericanas S.A., Pizarro, 19, Madrid. (90 pesetas.)

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA. — Unesco Publications Center. 80 I, Third Avenue, Nueva York, 22, N.Y. (\$ 3.00) y, con excepción de las publicaciones periódicas: Columbia University Press. 2960 Broadway, Nueva York, 27, N.Y.

FILIPINAS. — Philippine Education Co. Inc., 1104, Castillejos, Quiapo, P.O. Bos 620, Manila.

FRANCIA. — Al por menor: Librería de la Unesco, Place de Fontenoy, Paris, 7°. C.C.P. Paris 12.598-48. (NF. 7.00). Al por mayor: Unesco, División de ventas, Place de Fontenoy, Paris, 7°.

HAÍTÍ. — Librairie "A la Caravelle", 36, rue Roux, B.P. 111, Puerto Príncipe.

ITALIA. — Librería Commissionaria Sansoni, Via Gino Capponi 26, Casella Postale 552, Florencia. (lire 1.200).

JAMAICA. — Sangster's Book Room, 91, Harbour Str., Kingston. Knox Educational Service Spaldings. (10/-).

MARRUECOS. Centre de diffusion documentaire du B.E.P.I. 8, rue Michaux-Bellaire, Boîte postale 211, Rabat. (717 frs m.).

MÉXICO. — E.D.I.A.P.S.A., Librería de Cristal, Pérgola del Palacio de Bellas Artes. — Apartado Postal 8092. — México I, D.F. (17.60 pesos).

NICARAGUA. — Librería Cultural Nicaraguense, Calle 15 de Septiembre no. 115 Managua.

PAÍSES BAJOS. — N.V. Martinus Nijhoff, Lange Voorhout, 9, La Haya. (6 florines).

PANAMA. — Cultural Panameña, Avenida 7a. n° TI-49. Apartado de Correos 2018, Panama.

PARAGUAY. — Agencia de Librerías de Salvador Nizza, Calle Pte. Franco No 39/43, Asunción. (Gs. 200).

PERU. — Esedel — Oficina de Servicios Depto de venta de publicaciones, Avda. Tacna 359 ofc. 51 - Casilla 577, Lima. (S/. 45.00)

PORTUGAL. — Dias & Andrade Ltd. Livraria Portugal. — Rue do Carmo 70, Lisboa.

REINO UNIDO. — H.M. Stationery Office, P.O. Box 569, Londres, S.E.1. (10/-).

REPUBLICA DOMINICANA. — Librería Dominicana, Mercedes 49, Apartado de Correos 656, Ciudad Trujillo.

SUECIA. — A/B. C.E. Fritzes. Kungl. Hovbokhandel, Fredsgatan 2, Estocolmo. (Kr. 7.50). El Correo únicamente: Svenska Unescoradet, Vasagatan 15-17 Estocolmo, C.).

SUIZA. — Europa Verlag 5, Rämistrasse Zurich, Payot, 40, rue du Marché, Ginebra. "El Correo" únicamente: Georges Losmar, 1, rue des Vieux-Grenadiers, Ginebra. C.C.P. 1-4811. (Frs. 7).

URUGUAY. — Unesco Centro de Cooperación Científica para América Latina, Bulevar Artigas 1320-24, Casilla de Correos, 859, Montevideo. Oficina de Representación de Editoriales, Plaza Cagancha 134211° piso, Montevideo.

VENEZUELA. — Librería Politécnica Calle Villafior, Local A al lado "General Electric" (Sabana Grande), Caracas.

ESTA ENORME CHERNA parece aplastar a la mujer que la lleva a un mercado de la India. Las chernas pertenecen a la especie de los meros, y viven en aguas australes; muy grandes y voraces, las hay rojas, negras y azules. Uno de los representantes de la familia, la cherna criolla, está adornada con rayas que atraen la atención de los enemigos; pero, experta en el arte del disimulo, se vuelve completamente negra apenas surge el menor motivo de alarma, y se esconde en algún lugar sombrío.

FAO photo by P. Boucoy

